

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA



TESIS

**FACTORES DE EFICIENCIA CRÍTICOS PARA TOMA DE DECISIÓN
ENTRE ADQUISICIÓN DE FLOTILLA PROPIA Y TRANSPORTE
SUBCONTRATADO**

POR

ENRIQUE MASTRETTA LÓPEZ

**COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRÍA EN LOGÍSTICA Y CADENA DE SUMINISTRO
CON ORIENTACIÓN EN DIRECCIÓN Y OPERACIONES**

DICIEMBRE 2013

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA
SUBDIRECCIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO**



TESIS

**FACTORES DE EFICIENCIA CRÍTICOS PARA TOMA DE DECISIÓN
ENTRE ADQUISICIÓN DE FLOTILLA PROPIA Y TRANSPORTE
SUBCONTRATADO**

**POR
ENRIQUE MASTRETTA LÓPEZ**

**COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRÍA EN LOGÍSTICA Y CADENA DE SUMINISTRO
CON ORIENTACIÓN EN DIRECCIÓN Y OPERACIONES**

SAN NICOLÁS DE LOS GARZA, NUEVO LEON,

DICIEMBRE 2013

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica

División de Estudios de Posgrado

Los miembros del Comité de Tesis recomendamos que la tesis «Factores de eficiencia críticos para toma de decisión entre adquisición de flotilla propia y transporte subcontratado» realizada por el alumno Enrique Mastretta López con número de matrícula 1109221, sea aceptada para su defensa como requisito parcial para obtener el grado de Maestro en Logística y Cadena de Suministro con Orientación en Dirección y Operaciones

El Comité de Tesis

Dr. Tomás Eloy Salais Fierro
Asesor

M.C. José Mario Valadez Cedillo
Revisor

Dr. Giovanni Lizárraga Lizárraga
Revisor

Dr. Moisés Hinojosa Rivera
Subdirector
División de Estudios de Posgrado

San Nicolás de los Garza, N.L. a diciembre de 2013

DEDICATORIA

A mi esposa Fabiola Mejía, por darme el impulso para esforzarme todos los días, por su comprensión y apoyo para la realización de este trabajo.

A mis padres, José Luis y María Dolores, por ser fuente de inspiración para lograr todas mis metas, y por ser ejemplo de perseverancia y honestidad a lo largo de toda su vida.

A mis hermanos y amigos que con sus palabras de aliento me apoyaron en el transcurso de la maestría.

AGRADEDECIMIENTOS

A mi tutor de tesis, el Dr. Tomás Salais, por ser guía y mentor en la elaboración de esta tesis, por sus aportaciones, comentarios y tiempo dedicado en esta investigación.

A los revisores de la tesis, el Dr. Giovanni Lizárraga y el M.C Mario Valadez por sus comentarios, asesoría y apoyo.

A mis maestros, que influyeron con sus lecciones y experiencias en mi formación, preparándome para los nuevos retos que se presentan en el mundo logístico actual.

Al Ing. Sergio Hernández, al Lic. Nemecio Cabello y al Ing. José Luis Ramos por el apoyo otorgado para la realización de la maestría, así como a la empresa Viakable por permitirme seguir con mi desarrollo profesional.

RESUMEN

ENRIQUE MASTRETTA LÓPEZ

Candidato para el grado de maestro en Logística y Cadena de Suministro
con orientación en Dirección y Operaciones

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA

Título del estudio:

FACTORES DE EFICIENCIA CRÍTICOS PARA TOMA DE DECISIÓN ENTRE ADQUISICIÓN DE FLOTILLA PROPIA Y TRANSPORTE SUBCONTRATADO

Número de páginas: 76.

OBJETIVO Y MÉTODO DE ESTUDIO: El objetivo particular de esta investigación es la obtención de los factores críticos en la decisión de selección de flotilla propia versus transporte subcontratados en el corto, mediano y largo plazo, que pudieran ser controlados por las empresas para lograr una mayor eficiencia del transporte.

La presente investigación pretende analizar las diferentes variables que afectan a los costos de envío de mercancías en el territorio mexicano, a fin de determinar cuáles son aquellos costos que se pueden considerar críticos

por las empresas, y en los cuales, las mismas deberán ser eficientes si la administración decide adquirir unidades de transporte propias.

Para el análisis se utiliza la herramienta llamada SimLogisX, que es un simulador de costos de transporte terrestre aplicado en una empresa líder en el ramo de manufactura, con operaciones nacionales. Esta herramienta fue analizada y comparada en este estudio con otras herramientas, con el fin de validar que las diferentes variables estudiadas coincidan con las simulaciones de costos aceptadas en mercados logísticos de otras partes del mundo, incluyendo países latinoamericanos, europeos y norteamericanos.

Al analizar las diferentes variables de costos, se determinó para cada una de ellas la dependencia con las operaciones de la empresa, o su independencia de las mismas, por lo que no podrían ser controladas por la compañía.

El indicador sobre el cuál actúan estas variables es el costo por kilómetro recorrido. Para simular los diferentes resultados se justifica la posible variación, tanto positiva como negativa de cada uno de los tipos de costo en los que se incurre para la administración de flotillas, e introduciendo los datos en la herramienta seleccionada, dando como resultado un costo por kilómetro mayor o menor en comparación con el costo base, repitiendo la operación para distancias entre 50 km y un máximo de 4050 km, por ser la distancia entre las ciudades de Tijuana y Mérida, considerada como una de las rutas más largas del país, en intervalos de 100 km.

CONTRIBUCIONES Y CONCLUSIONES: El resultado de las simulaciones muestra que existen tres variables que se pueden considerar críticas. Estas son: el porcentaje de vacío con un impacto por desviación del resultado del costo en el indicador seleccionado de un máximo de 16%, la depreciación de unidades de transporte con un impacto máximo de 10% y el rendimiento de combustible medido en kilómetros por litro de combustible, con un impacto de 4.6% sobre el costo por kilómetro en el punto con mayor distancia recorrida en las simulaciones.

El análisis del comportamiento que tiene cada una de estas variables muestra la relación entre dicho costo respecto a la distancia recorrida, dividiendo a estos factores como costos fijos y variables. Su impacto en el indicador se muestra de manera gráfica, apreciando los efectos de las diferentes variables sobre el indicador base.

De esta forma se sugiere a las empresas que transportan mercancías en las carreteras mexicanas, que de no ser eficientes en estos tres rubros, deberán subcontratar el servicio con el fin de ser más competitivos.

Firma del Asesor:

Dr. Tomás Eloy Salais Fierro

ÍNDICE

DEDICATORIA	I
AGRADECIMIENTOS.....	II
RESUMEN.....	III
ÍNDICE DE FIGURAS.....	IX
1. DIMENSIÓN DEL ESTUDIO.....	1
1.1. INTRODUCCIÓN	1
1.1.1. ANTECEDENTES.....	2
1.1.2. ESTRUCTURA DE LA TESIS.....	6
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	8
1.3. HIPÓTESIS GENERAL DE LA TESIS	8
1.4. OBJETIVO GENERAL DE LA INVESTIGACIÓN.....	9
1.5. OBJETIVOS ESPECÍFICOS DE LA INVESTIGACIÓN	9
2. ESTRATEGIA METODOLÓGICA.....	10
2.1. MODELO UTILIZADO.....	10
2.2. POBLACIÓN Y MUESTRA	11
3. COSTOS LOGÍSTICOS.....	13
3.1. ESTADÍSTICA EN MÉXICO	13
3.2. COMPETITIVIDAD DE COSTOS	16

4. TIPOS DE UNIDADES DEL AUTOTRANSPORTE DE CARGA.....	18
4.1. MEDIOS DE TRANSPORTE UTILIZADOS EN MÉXICO	18
4.2. COMPARATIVO DE TIPOS DE UNIDADES	20
5. ESTUDIOS, MÉTODOS Y MODELOS DE COSTOS.....	22
5.1. MODELOS EN MÉXICO	23
5.2. MODELOS EN EL RESTO DEL MUNDO	26
6. COSTOS DEL TRANSPORTE	32
6.1. COSTOS Y VARIABLES IMPLICADAS.....	32
6.2. KILOMETRAJE Y RENDIMIENTO DE COMBUSTIBLE	33
6.3. COSTOS DE AUTOPISTAS	39
6.4. DESGASTE Y REPOSICIÓN DE NEUMÁTICOS.....	40
6.5. SUELDOS BASE Y BONOS VARIABLES	42
6.6. GASTO DE MANTENIMIENTO DE UNIDADES	43
6.7. GASTOS ADMINISTRATIVOS	45
6.8. DEPRECIACIÓN DE UNIDADES	45
6.9. RETORNOS VACÍOS	46
7. VARIABLES CRÍTICAS DE EFICIENCIA Y RESULTADOS DE SIMULACIÓN	48
7.1. IMPACTO DE LAS VARIABLES SOBRE LA EFICIENCIA DEL TRANSPORTE	49
7.2. SIMULACIÓN DE EFECTOS DE LAS VARIABLES CRÍTICAS.	52

7.3. SELECCIÓN DE LAS VARIABLES CRÍTICAS	55
8. CONCLUSIONES	59
BIBLIOGRAFÍA.....	65
APÉNDICE A- TABLAS DE UNIDADES DE TRANSPORTE DE CARGA SEGÚN SU CLASE, NOMENCLATURA, EJES Y LLANTAS	69
APÉNDICE B- RESULTADO DE SIMULACIONES	71
APÉNDICE C- GRÁFICAS DE RESULTADOS DE VARIABLES	72
FICHA AUTOBIOGRÁFICA.....	76

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Comparativo del volumen de carga por tipo de transporte en México	14
Figura 2. Parque vehicular de unidades de carga por tipo de uso	15
Figura 3. Comparativo de países en el Índice de Desempeño Logístico	16
Figura 4. Clase y nomenclatura de unidades de transporte.....	19
Figura 5. Comparativo entre SimLogisX y otro simulador en México.....	25
Figura 6. Comparativo entre SimLogisX y otros simuladores en el resto del mundo.....	31
Figura 7. Ruta sugerida por la SCT en viaje Monterrey-Oaxaca.....	34
Figura 8. Precios de diesel 2008-2013	38
Figura 9. Costos de autopistas en ruta sugerida por la SCT para viaje Monterrey-Oaxaca	39
Figura 10. Gráfica de la línea base obtenida del simulador SimLogisX	50
Figura 11. Interpretación de los puntos en referencia a la línea de costo base	51
Figura 12. Gráfica de simulaciones de variable 1	53

Figura 13. Resultado de la simulación de variables.....	54
Figura 14. Tabla de identificación de variables	55
Figura 15. Resultados de variación máxima obtenida de simulaciones	56
Figura 16. Tabla de resultados de afectación promedio	57
Figura 17. Resultados del impacto de porcentaje de vacío en el indicador ..	60
Figura 18. Resultados del impacto de depreciación de unidades en el indicador	61
Figura 19. Resultados del impacto de rendimiento de combustible en el indicador	62

CAPÍTULO 1

1. DIMENSIÓN DEL ESTUDIO

En este primer capítulo se busca dar una introducción a la problemática que encuentran las empresas mexicanas para decidir si el transporte terrestre de sus mercancías, tanto para producto terminado como para sus materias primas, debe realizarse con una flotilla propia, o bien, subcontratar este servicio con empresas dedicadas al autotransporte, dependiendo las condiciones específicas de la ruta.

1.1. INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo se analizaron los factores que se deben considerar críticos en la eficiencia de la administración de flotillas, de tal forma que una empresa que se encuentre bajo la disyuntiva entre administrar su propia flota o subcontratar el servicio de fletes terrestres nacionales, tenga la certeza de que la decisión tomada beneficiará con un menor costo las operaciones de su compañía, en el largo plazo.

Se determinaron las variables que influyen de manera directa en los costos de la administración del autotransporte, y que se consideran internos

en la empresa, es decir, que la compañía tiene la capacidad y el alcance para influir directamente sobre el resultado de las mismas.

1.1.1. ANTECEDENTES

Las empresas manufactureras requieren de servicios de transporte con el objetivo de hacer llegar a sus clientes los productos que fabrican al menor costo posible. Esto agrega valor a los productos, al entregar el objeto de consumo en el lugar que se requiere, en el tiempo en el que se requiere. Así lo hace notar Ronald H. Ballou en su libro *Logística: Administración de la cadena de suministro* [1]:

«La logística gira en torno a crear valor: valor para los clientes y proveedores de la empresa, y valor para los accionistas de la empresa. El valor en la logística se expresa fundamentalmente en términos de tiempo y lugar. Los productos y servicios no tienen valor a menos que estén en posesión de los clientes cuándo (tiempo) y dónde (lugar) ellos deseen consumirlos. Por ejemplo, las entradas a un evento deportivo no tendrán valor para los clientes si no están disponibles en el tiempo y en el lugar en los que ocurra el evento, o si los inventarios inadecuados no satisfacen las demandas de los aficionados. Una buena dirección logística visualiza cada actividad en la cadena de suministros como una contribución al proceso de añadir valor. Si sólo se le puede añadir poco valor, entonces se podrá cuestionar si dicha actividad debe existir. Sin embargo, se añade valor cuando los clientes prefieren pagar más por un producto o un servicio que lo que cuesta ponerlo en sus manos. Por varias razones,

para muchas empresas de todo el mundo, la logística se ha vuelto un proceso cada vez más importante al momento de añadir valor».

Dependiendo los lugares de consumo en el territorio nacional, las empresas en su mayoría, utilizan los llamados camiones de carga con diferentes capacidades, siendo estos administrados por la propia empresa, rentados o bien subcontratando el servicio con una de las múltiples empresas transportistas que existen en el mercado mexicano.

El objetivo de subcontratar estos servicios es transformar los costos fijos en costos variables, aprovechando una mayor oferta de empresas dedicadas al autotransporte y una mayor disponibilidad de unidades para cumplir con el objetivo de la distribución.

La decisión que deben tomar los niveles gerenciales acerca de cuál de las diferentes opciones de administración de transporte se debe elegir, es de suma importancia, pues los costos con los que se pudieran incurrir influyen directamente sobre las utilidades de los productos y su competitividad.

Así lo hace notar el Dr. José Elías Jiménez Sánchez en su investigación *Los factores críticos de éxito de la cadena de suministro* [2]:

«Por lo que respecta a la función transporte, en los últimos años ha evolucionando dentro de las organizaciones, bajo un nuevo enfoque. Las empresas buscan una mejor competitividad a través de una

cadena de suministro más eficiente. Por tradición, el transporte se ha considerado como actividad funcional; sin embargo, en el nuevo ámbito de los negocios se debe distinguir como una actividad estratégica potencial para generar ventajas competitivas».

Al definirse como una actividad estratégica, se hace énfasis en la competitividad que logran obtener las empresas al ser eficientes en la administración del transporte.

Siendo la eficiencia en el transporte y, por ende, la reducción de costos del mismo los principales motores de la administración de la distribución, se deberá buscar aquella opción que se ajuste a las necesidades de la empresa a corto, mediano y largo plazo. El mismo Dr. Jiménez Sánchez en su estudio *Marco conceptual de la cadena de suministro: un nuevo enfoque logístico* [3] hace referencia a la importancia de la eficiencia del transporte para la cadena de suministros de una empresa, y los efectos de la falta de planeación en la administración:

«En la cadena de suministro, la eficiencia en el transporte de carga es una exigencia de los expedidores y debe adoptarse como una estrategia que asegure la creación de ventajas competitivas para cada uno de los eslabones de la cadena. La participación de los transportistas en la cadena se debe basar en la diferenciación del servicio y en los costos más bajos. Sin embargo, muchas empresas contratantes del servicio de transporte suelen ignorar su importancia durante la planificación y al final delegan en el personal de administración su contratación, la cual, casi siempre pretenden decidir

por el precio del flete y no por el costo real que genera un buen servicio de transporte, y lo que es peor, no consideran el efecto que ello produce a su contraparte mercantil, sea cliente o consumidor y mucho menos el efecto global en la cadena de suministro.

Por lo anterior, los miembros de la cadena de suministro, por política, deben apelar a la eficiencia del servicio de transporte para ganar ventajas competitivas por medio de la diferenciación del servicio, y con ello tener oportunidad de mejorar o mantener su potencial y la competitividad de sus productos».

De esta forma, se hace notoria la importancia de la eficiencia del transporte para generar el valor a los clientes, y cómo la administración de esta actividad clave en la cadena de suministro influye directamente sobre los resultados de la empresa y la percepción del cliente en el servicio obtenido.

En este estudio, se define la eficiencia en el transporte como el envío de la mercancía al lugar deseado, en el tiempo requerido y al menor costo posible. Específicamente para esta investigación, me enfocaré en la eficiencia de costos y los efectos de las variables en estos. El principal indicador utilizado es el costo a la distancia (Costo en pesos mexicanos/Km).

Se seleccionó este indicador al ser utilizado para estudios de costos de transporte en la Organización de Estados Americanos (OEA), principalmente por el estudio llamado «Estudio de Integración Regional en el Transporte de Carga», en donde en su capítulo sexto, sección 1.1, fracción ii) [9]. En dicho

estudio se hace referencia a dicho indicador, dependiente de los costos totales, la capacidad utilizada del vehículo, la cual limita a este indicador, y la cantidad de kilómetros recorridos en un viaje determinado.

Para definir cuál es el costo de transporte, de forma habitual se utilizan como referencia los costos logísticos de los competidores en el mismo mercado que se esté analizando. En la medida en que se reduzcan los costos de transporte por unidad enviada, la eficiencia del transporte será mayor. De esta forma, la importancia en la eficiencia del transporte es estratégica y define en su debida proporción la eficiencia del resto de la cadena de suministro, aumentando la competitividad de las empresas para los mercados a los que abastece. A menor costo de transporte, mayor eficiencia en la cadena.

1.1.2. ESTRUCTURA DE LA TESIS

En el capítulo 1, se busca dar una breve introducción al tema de la administración de los costos del transporte y su importancia para la creación de valor para la empresa, así como los objetivos de la investigación.

En el capítulo 2, en el título “Estrategia Metodológica” se narran los pasos o métodos a utilizar para el estudio, haciendo énfasis en los modelos a utilizar, y los planteamientos estadísticos de demostración.

En el capítulo 3 se analiza la situación actual de la administración del transporte en México, y el impacto que demuestran los índices de competitividad internacionales en la administración del transporte para las empresas.

Para el capítulo 4 se analizan las especificaciones de los tipos de unidades de transporte terrestre mayormente utilizados en México, con el objetivo de usarlos posteriormente de referencia en la investigación de los factores críticos.

En el capítulo 5 se estudian los modelos y métodos de análisis de costos existentes para determinar cuáles son las variables de afectación en los costos del transporte

En el capítulo 6 se analizan los costos de administración implicados en el transporte, obteniendo las variables de afectación sobre la eficiencia, y se determina el grado de control de las empresas sobre los mismos.

En el capítulo 7 se determinan los factores críticos mediante el análisis de los resultados de las simulaciones de costos, para observar su impacto sobre el costo total de transporte.

En el octavo y último capítulo se realizan las conclusiones del estudio, señalando el cumplimiento de los objetivos.

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Para tomar una decisión del tipo de administración del transporte que se llevará a cabo, las empresas realizan estudios de costos puntuales, es decir, mediante la recopilación de datos actuales y comparativos de costos obtenidos por cotizaciones con proveedores, y en base a los costos de administración actual. Este tipo de análisis, aunque dan cierta luz en la información para la toma de decisiones, es afectado por la temporalidad del estudio. Los datos obtenidos de este estudio son válidos únicamente por cierto periodo de tiempo, hasta que las condiciones actuales en el mercado del autotransporte cambien.

La dificultad de realizar estudios a profundidad, que sean efectuados de forma certera y aplicable a corto, mediano y largo plazo, da pie a la presente investigación

1.3. HIPÓTESIS GENERAL DE LA TESIS

Por medio de la simulación se pueden obtener variables de eficiencia críticas que determinen y faciliten la decisión entre la adquisición de flotilla propia y la subcontratación del servicio de transporte.

1.4. OBJETIVO GENERAL DE LA INVESTIGACIÓN

El objetivo de esta investigación es la obtención de los factores críticos en la decisión de selección de flotilla propia versus transporte subcontratados en el corto, mediano y largo plazo, que pudieran ser controlados por las empresas para lograr una mayor eficiencia del transporte, es decir, que se reduzcan de manera sustancial los indicadores de costo por kilómetro.

1.5. OBJETIVOS ESPECÍFICOS DE LA INVESTIGACIÓN

- Obtención de información de factores críticos controlables y no controlables por la empresa
- Medir el impacto de los factores críticos en los costos de transporte por kilómetro

CAPÍTULO 2

2. ESTRATEGIA METODOLÓGICA

En este capítulo se revisó la estrategia metodológica de la investigación, usando como herramienta principal, un desarrollo propio de un simulador para el estudio del impacto de las variables que afectan los costos del transporte.

2.1. MODELO UTILIZADO

Para el análisis de los datos en esta investigación, se simularán los costos por medio de un modelo desarrollado por mi persona, al que desde este punto llamaremos SimLogisX (Simulador de Costos Logísticos Terrestres, proyecto desarrollado en 2010 para una empresa mexicana líder de manufactura). Este simulador ha demostrado su efectividad y precisión, al ser utilizado por la compañía X para los análisis de costos logísticos desde el año de 2010.

Hay una serie de factores que influyen en los costos en los que se incurre al transportar las mercancías en los medios en los que se enfoca esta investigación. El realizar un estudio en campo, por medio de muestreos de envíos reales, resultaría costoso para la empresa en la que se realice. Es por esto que, para efectos de esta investigación, se usará un modelo de simulación. Este modelo nos permitirá modificar las variables de forma segura y rápida, eliminando los riesgos de los muestreos en envíos reales.

De acuerdo con la definición que maneja R. E. Shannon en su obra *Systems simulation: The art and science* [4], el objetivo de la simulación es experimentar un modelo real:

«La simulación es el proceso de diseñar un modelo de un sistema real y llevar a término experiencias con él, con la finalidad de comprender el comportamiento del sistema o evaluar nuevas estrategias, dentro de los límites impuestos por un cierto criterio o un conjunto de ellos, para el funcionamiento del sistema».

2.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

El trabajo está enfocado a las empresas que operan en el territorio mexicano y que utilizan autotransporte como medio logístico de distribución de sus mercancías.

Para efectos de la simulación, se realizarán corridas de pruebas en el SimLogisX para determinar los diferentes efectos que se presentan para cada una de las variables a considerar.

CAPÍTULO 3

3. COSTOS LOGÍSTICOS

En el presente capítulo se analizará la situación logística en México, considerando los índices internacionales de competitividad y el impacto que representa en costos de transporte para las empresas que operan en el territorio nacional.

3.1. ESTADÍSTICA EN MÉXICO

Según los datos de la Secretaría de Economía (SE) federal [5], los costos logísticos para las empresas mexicanas representan el 10.3% de las ventas, de los cuales el 40% son los costos de transporte. Así pues, obtenemos que el 4.12% del valor total de ventas se destinan a los gastos de envío y recepción de materiales. Esto muestra a grandes rasgos la importancia de mantener una competitividad en el transporte a fin de mantener las utilidades de las empresas, ya que los gastos que se dedican a este rubro tienen un impacto directo en los resultados de las empresas.

Tomando en cuenta los diferentes tipos de transporte utilizados en México, se obtiene de la estadística del Instituto Mexicano del Transporte (IMT) [6] que el 56% de la carga se realiza a través del autotransporte (Ver Figura 1).

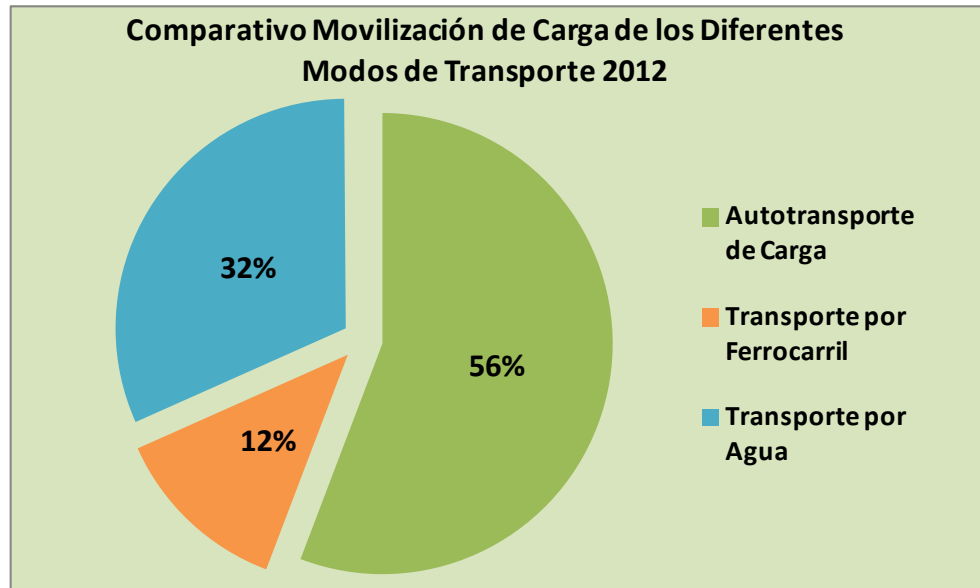


Figura 1. Comparativo del volumen de carga por tipo de transporte en México

Tomando estas estadísticas como base, se puede concluir que, al ser el autotransporte de carga el medio de transporte más utilizado por las empresas mexicanas, dichos costos se vuelven de suma importancia para la economía de las empresas.

De acuerdo con los datos de la SCT [6] acerca del tipo de servicio que presentan, se aprecia que un 41% de las unidades de transporte realizan

servicio de arrendamiento, es decir, son subcontratadas por las empresas privadas para realizar el movimiento de sus mercancías.

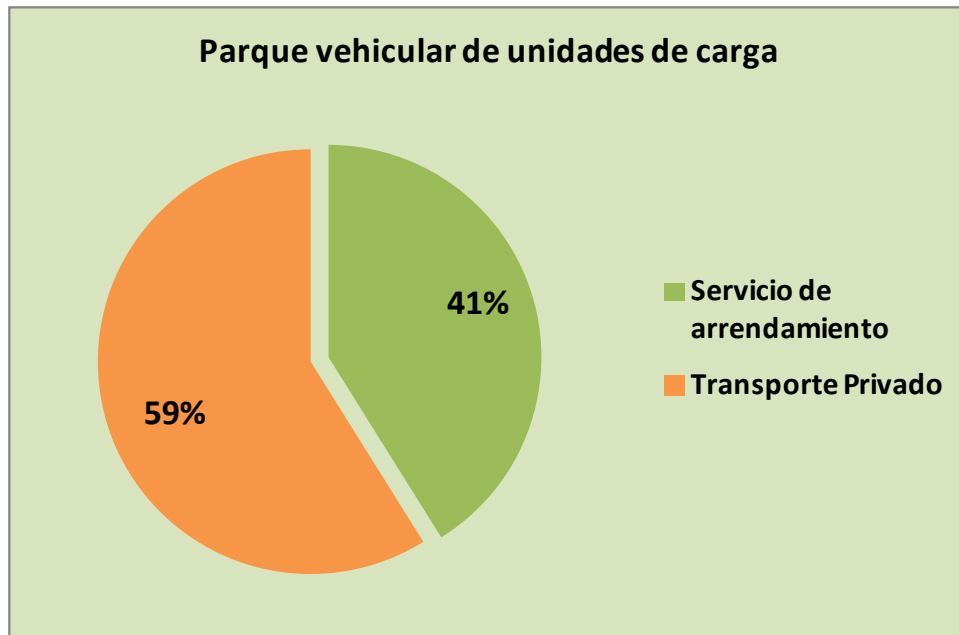


Figura 2. Parque vehicular de unidades de carga por tipo de uso

Las estadísticas mostradas dan una idea de las decisiones que, en general, las empresas mexicanas toman al momento de realizar sus análisis de factibilidad de tener y mantener una flota propia, prefiriendo el transporte privado sobre el subcontratado, o de arrendamiento.

Aún así, no hay datos de la efectividad de estas decisiones ni de la eficiencia en el uso de las unidades de transporte bajo la administración de la flota privada.

3.2. COMPETITIVIDAD DE COSTOS

En los últimos años las empresas mexicanas han perdido competitividad contra las empresas extranjeras. Una de las causas de esto es la baja competitividad que se tiene en infraestructura logística. Esto se demuestra a través del Índice de Desempeño Logístico (LPI por sus siglas en inglés) que publica el Banco Mundial. En 2012, México obtuvo un puntaje de 3.06, mientras que en 2010 el puntaje fue de 3.05, logrando un avance casi nulo (ver Figura 3). En cuanto a la clasificación mundial, subió del lugar 50 al lugar 47 de dicho índice [7]. Esto nos muestra que México, en comparación con países latinoamericanos, como Brasil y Chile, se ha rezagado en materia logística.

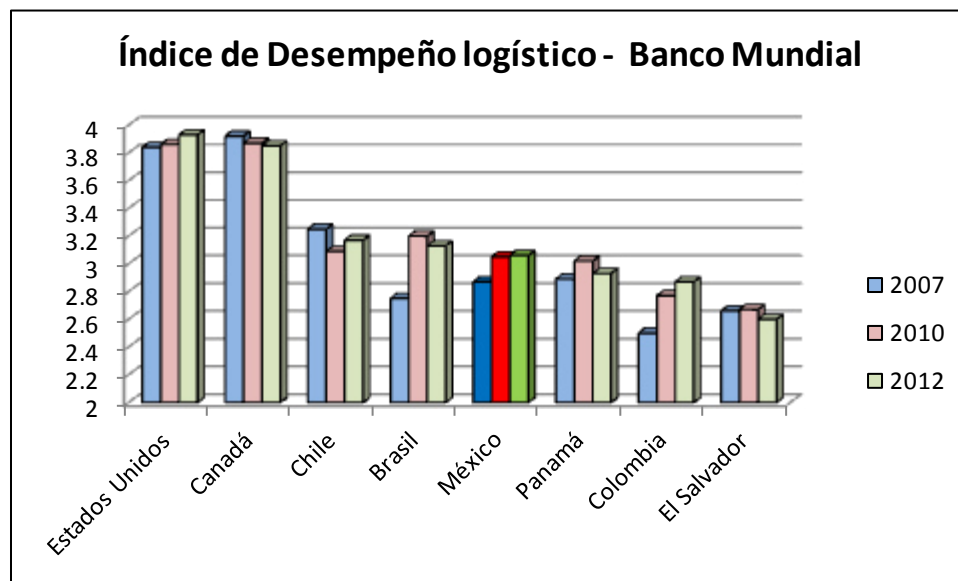


Figura 3. Comparativo de países en el Índice de Desempeño Logístico

Esta pérdida de competitividad pone en el foco rojo los costos logísticos, pues dichos costos impactan directamente a las utilidades de la empresa. Debido a las ventajas que obtienen otros países en relación a nuestro país, logran la obtención de una mayor proporción de los mercados en los que compiten debido a esta superioridad logística.

Es por esto que los costos logísticos toman una mayor importancia en la cadena de suministro de los mercados a los que atienden las empresas mexicanas, incluyendo los mercados nacionales, pues a medida que las economías se vuelven globales, la competencia por mantener mejores productos a mejores precios se vuelve indispensable para la supervivencia de las mismas.

CAPÍTULO 4

4. TIPOS DE UNIDADES DEL AUTOTRANSPORTE DE CARGA

En el presente capítulo se observarán las diferencias de los diferentes tipos de unidades de transporte terrestre utilizados en las carreteras federales en México, con el fin de hacer referencia a las mismas en los análisis posteriores y su relación con los costos logísticos.

4.1. MEDIOS DE TRANSPORTE UTILIZADOS EN MÉXICO

Según la información de los tipos de unidades de transporte de carga federal, existen nomenclaturas oficiales para referirse a la clase y tipo de transporte, y las cuales se utilizarán de referencia para efectos del análisis de los datos (Ver Figura 4).

En el Anexo 1 se muestran las características de las unidades de transporte, según la NOM-12-SCT-2-2008 determinados por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes [8].

<i>Clase</i>	<i>Nomenclatura</i>
AUTOBÚS	B
CAMIÓN UNITARIO	C
CAMIÓN REMOLQUE	C-R
TRACTOCAMIÓN ARTICULADO	T-S
TRACTOCAMIÓN DOBLEMENTE ARTICULADO	T-S-R y T-S-S

Figura 4. Clase y nomenclatura de unidades de transporte

Dentro del análisis de simulación, se tomaron los datos oficiales de las características de las unidades de transporte para calcular los gastos variables específicos que estas generan. Cabe aclarar que dentro de esta investigación se dejan fuera del análisis a las unidades «hechizas», o fabricadas de manera especial para cargas no comunes, al igual que las unidades construidas fuera de norma o manipuladas.

Las diferencias entre las unidades de negocio afectan directamente a los costos por diferentes motivos, entre ellos la cantidad de neumáticos, la capacidad de carga, la velocidad máxima y el rendimiento de combustible.

Al calcular estos costos inherentes al tipo de transporte, se deben tomar en cuenta dichas diferencias para elaborar un análisis completo de las variables correspondientes, y así evitar desviaciones entre los resultados simulados, y los que se pudieran obtener al realizar corridas de pruebas reales en las empresas.

4.2. COMPARATIVO DE TIPOS DE UNIDADES

Como ya fue mencionado, los costos implicados en el uso de uno u otro tipo de unidad de transporte difieren entre sí. Las principales diferencias entre los costos de las unidades de transporte son:

- a) Número de ejes.
- b) Cantidad de neumáticos.
- c) Capacidad de carga.
- d) Velocidad de transporte cargado.
- e) Velocidad de transporte vacío.

Estas características de los vehículos se pueden encontrar en la Norma Oficial mexicana NOM12-SCT-2-2008, para referencias futuras [8]. Según esta norma, las características son enunciativas y no limitativas, es decir, se usan como base descriptiva de las unidades de transporte utilizadas, pero no significa que todas a las unidades deban caer en alguna de estas categorías forzosamente.

Este estudio se realiza de forma limitativa a las unidades de transporte que se puedan describir bajo esta norma, en forma de estandarización de datos debido a la multiplicidad de tipos de vehículos en el mercado de tracto camiones con alguna variación sobre dicha norma.

Otro factor importante diferencial entre los tipos de unidades de transporte es el costo de la inversión. De acuerdo con la norma mencionada, las unidades de transporte se dividen en unidades motrices y de arrastre.

Este costo de inversión afecta los costos de mantener una flota propia, principalmente mediante la depreciación del vehículo, la cual se considera en esta investigación con un periodo de vida de 10 años, de acuerdo a las políticas de renovación de flotilla de las empresas consultadas mediante entrevistas realizadas del 1 de septiembre al 10 de noviembre del año 2013 a tres administradores de flotilla de empresas líderes en manufactura de productos, ubicadas en México.

CAPÍTULO 5

5. ESTUDIOS, MÉTODOS Y MODELOS DE COSTOS

Como ya se mencionó en los capítulos anteriores, el modelo utilizado para esta investigación es el SimLogisX. Se considera que es una herramienta confiable, al ser utilizada en campo por la empresa líder mencionada anteriormente, por más de 3 años para los análisis de costos de los fletes subcontratados y de las unidades de transporte propias.

Además de este modelo de simulación, actualmente se pueden encontrar diferentes simuladores de costos de transporte en una gran cantidad de países. Para este capítulo se revisarán los diferentes modelos de simulación utilizados, para generar un comparativo entre ellos.

Se desprende del siguiente capítulo que la herramienta SimLogisX utiliza las variables mayormente utilizadas en otros simuladores para el cálculo base, englobando los costos involucrados en la administración de flotillas, por lo tanto es una herramienta con variables válidas para los propósitos de esta tesis.

5.1. MODELOS EN MÉXICO

En esta investigación se buscaron los diferentes modelos utilizados en México para la simulación de costos de fletes. El principal de estos simuladores, y el cuál se usa como base comparativa contra la herramienta utilizada SimLogisX, es la desarrollada y presentada por el Instituto del Transporte, llamada SICAM (Sistema de Costos del Autotransporte de Mercancías, por sus siglas) [10]. En dicha herramienta, libre al público para consultas en general, permite obtener costos de referencia para rutas preestablecidas, de acuerdo a los datos introducidos en la misma.

Estos datos se presentan para las cinco configuraciones de vehículos más usuales, que son rabón (C2), torton (C3), tráiler en combinación sencilla de dos ejes (T3S2), tráiler en combinación sencilla de tres ejes (T3S3), y tráiler en combinación doble remolque, usualmente llamado *full* (T3S2R4).

Como descripción de la herramienta, la Secretaría del Transporte se refiere a la misma únicamente como apoyo técnico. De la misma manera, hace una advertencia al usuario en cuanto a los resultados, ya que los mismos dependen de la veracidad, precisión e integridad de los valores de las variables que el usuario introduce para llegar al resultado deseado [10]:

«El SI-CAM es una herramienta diseñada para calcular los costos de operación del servicio de transporte terrestre de mercancía por carretera, y tiene como finalidad brindarle apoyo técnico para que

conozca la estructura de costos e indicadores de desempeño de los servicios de transporte que presta.

El SI-CAM opera de manera personalizada de acuerdo con la información que proporcione; de esta manera, los resultados que obtenga sólo serán útiles y correctos en la medida que usted ingrese información real de las características del viaje y de los gastos que incurre durante la prestación de los servicios de transporte; en otras palabras, cualquier tipo de información ficticia o supuesta, altera los resultados y no pueden considerarse válidos porque la metodología trabaja con diversas variables que están fuertemente relacionadas, por tanto, la calidad de la información es fundamental».

En la Figura 5 se muestra un comparativo entre las variables que utiliza este simulador, contra la herramienta SimLogisX, en donde las principales diferencias se observan en la omisión de los gastos de autopistas en el cálculo de los costos de fletes y en la utilidad que resulta como beneficio para el transportista

Variables	SimLogisX (México)	SI-CAM I. del Transporte (México)
Tipo de Vehículo	✓	✓
Kilometraje	✓	✓
Rendimiento cargado	✓	✓
Rendimiento vacío	✓	✓
Costo de combustible	✓	✓
Autopistas	✓	
Neumáticos	✓	✓
Sueldo de operadores	✓	✓
Viáticos de operadores	✓	✓
Mantenimiento de unidades	✓	✓
Comunicaciones	✓	✓
Seguros	✓	✓
Velocidad cargado	✓	✓
Velocidad vacío	✓	✓
Tiempos muertos	✓	✓
Gastos administrativos	✓	✓
Impuestos	✓	✓
Costo de Unidades	✓	✓
Depreciación de unidades	✓	✓
Costo de financiamiento	✓	✓
Km Retornos vacíos	✓	✓
Utilidad de Transportista	✓	

Figura 5. Comparativo entre SimLogisX y otro simulador en México

Al igual que en la herramienta utilizada, los costos fijos y variables son divididos de forma que se anualizan los costos para tomar únicamente la parte proporcional de cada viaje, y tener forma de evaluarlo de forma individual y obtener dicho costo total por viaje.

5.2. MODELOS EN EL RESTO DEL MUNDO

En el mundo se pueden encontrar diferentes simuladores de costos de transporte terrestre, la mayoría de ellos desarrollados por los gobiernos locales a fin de dar luz a las empresas y provisionar de alguna forma sus costos para entregas a clientes.

En el caso de España se encontraron en esta investigación, simuladores del gobierno de Canarias [15], del gobierno Vasco [16] y un simulador de costos de fletes que incluye transporte marítimo de corta distancia en la región de Europa, llamado «Simulador de cadenas de transporte» desarrollado por la Asociación Española de Promoción TMCD [17], la cual es miembro de la European SSS Network.

En la página de Euskadinet del Gobierno Vasco vienen incluidas las variables de configuración del vehículo, de utilización del mismo de forma anualizada, costos de adquisición del vehículo, costos de personal, de seguros y fiscales, de operación del vehículo incluyendo combustible y mantenimiento y costos de administración.

En el simulador desarrollado por el gobierno de Canarias, se toman para calcular el costo del transporte, las siguientes variables: la configuración del vehículo; las características de carga del vehículo, incluyendo el rendimiento y el tránsito del vehículo sin carga o vacío; los costos financieros; los costos de desgaste de neumáticos; los costos de compra del vehículo; costos de operación y seguros; costos de administración; mantenimiento; e inclusive toma en cuenta una utilidad calculada para asegurar que sea rentable para la empresa transportista. Todas estas variables hacen que este simulador de resultados robustos

En el simulador de cadenas de transporte de la Asociación Española de Promoción, las variables se omiten, de forma que el usuario debe colocar el costo por kilómetro de sus propias unidades, por lo que únicamente se determina el valor del transporte terrestre en la misma medida en que se conozcan de antemano dichos costos, en combinación con las variables de velocidad de acarreo, del tipo de transporte, del kilometraje recorrido y del costo de tránsito en autopistas, llamados peajes.

En estos simuladores españoles, lo relevante es la forma de cálculo de las tarifas utilizadas, de acuerdo a las particularidades de la región, como son los impuestos específicos que determinan los gobiernos locales, así como los costos de peajes.

De la misma manera, se han encontrado otros simuladores de costos de transporte terrestre en Latinoamérica, en donde destacan el simulador utilizado por la Organización de Estados Americanos para un estudio llamado *Estudio de integración regional en el transporte de carga* [9] desarrollado en

Uruguay en 1999 como análisis de costos para los países de Mercosur y el simulador desarrollado por una empresa logística, llamado CENTRAL [18].

En el primero se muestra la simulación utilizada para el estudio mencionado, aplicable para los países de Uruguay, Brasil y Argentina. Se describe brevemente la obtención de las variables, en el capítulo sexto [9]:

«La clasificación de los costos de operación del tráfico de cargas en fijos y variables se hizo considerando su relación con el vehículo. Se separaron aquellos conceptos que están directamente asociados a la unidad de producto, el vehículo.kilómetro, de los que tienen una relación indirecta con él. En este caso, los costos de carácter común o “de la empresa” aparecen como indirectos y se cargan al vehículo.kilómetro a través de una imputación. Además, algunos costos, en general los propiamente variables, se mantienen estables en términos unitarios en tanto que los fijos, al referirlos a la unidad producto, varían en sentido inverso al aumento del número de éstas (cuando la producción crece).

Como unidad de producto pueden seleccionarse el número de kilómetros recorridos por el vehículo en un período de tiempo (VEH.KM), las toneladas transportadas a diferentes distancias (T.KM), la carga transportada (T), las horas trabajadas (HRS) o los viajes realizados (NV).

Por razones prácticas, con el objeto de normalizar la información, se escogió como unidad de producto a los VEH.KM y los costos calculados tienen dicha base.

La función de costo teórica de una empresa puede expresarse, en su forma causal, de acuerdo al siguiente modelo:

$$\text{COSTO TOTAL} = \text{CFIJO} + \text{CFC} \times \text{NC} + \text{CPK} \times \text{KM} + \text{CCAR} \times t + \text{CVIAJ} \times \text{NV}$$

En el segundo miembro de la ecuación anterior se distinguen:

a) El costo fijo de la empresa, asociado a su planta física y a sus costos de administración, en el primer término.

b) Los diversos costos asociados a la propiedad y puesta en uso de los vehículos que varían, por lo tanto, con el número de ellos, en el segundo término.

c) Los costos variables de operación por vehículo.kilómetro, en el tercer término.

d) Los costos asociados al volumen de carga movilizado (t), en el cuarto término.

e) Los costos del viaje, como los peajes, en el quinto y último término.

Además, existen costos asociados a las horas trabajadas, como el costo de las horas extraordinarias de labor del personal».

En el segundo de ellos se utiliza el simulador como medio de cotización para embarques nacionales en Colombia. Este simulador no describe de ninguna forma los costos que están incluyendo, ya que es determinado por los costos propios de la empresa logística CENTRAL (Centro Logístico y de Negocios del Caribe S.A.). Para determinar estos costos, el cliente debe determinar los lugares de origen y destino, los tiempos de carga y descarga,

los tiempos de espera para carga y descarga, y si la empresa contrata un retorno con carga, para efectos de eliminación del vacío.

Se obtuvo de la investigación, la utilización de un simulador en Estados Unidos, Australia e Inglaterra, llamado «Freight Metrics» [19]. Este simulador desarrollado en Australia, se encuentra a la venta por parte de la empresa Metrics, como parte de los simuladores logísticos que ofrece. Los resultados que de este se obtienen, son únicamente antes de impuestos y financiamiento, por lo que deja estas variables fuera de la ecuación, incluyendo el resto de las variables de operación y administración de la flota.

En la Figura 6 se muestra el comparativo de los simuladores estudiados. Con esto se puede demostrar que las variables utilizadas por la herramienta de este estudio son similares a otros simuladores probados y utilizados en otros países, por lo que este sistema de análisis de costos es confiable y aplicable, a la vez que se puede sostener que SimLogisX es lo suficientemente robusta para el análisis de factores críticos del costo.

Variables	SimLogisX (México)	Euskadinet (Gobierno Vasco)	Gobierno de Canarias (España)	Shortsea (España) *	Modelo OEA (Mercosur)	Central (Colombia) **	Freight Metrics (USA)
Tipo de Vehículo	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Kilometraje	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Rendimiento cargado	✓	✓	✓		✓		✓
Rendimiento vacío	✓	✓	✓				✓
Costo de combustible	✓	✓	✓		✓		✓
Autopistas	✓	✓	✓	✓			✓
Neumáticos	✓	✓	✓		✓		✓
Sueldo de operadores	✓	✓	✓		✓		✓
Viáticos de operadores	✓	✓	✓		✓		✓
Mantenimiento de unidades	✓	✓	✓		✓		✓
Comunicaciones	✓	✓	✓				✓
Seguros	✓	✓	✓		✓		✓
Velocidad cargado	✓	✓	✓	✓	✓		✓
Velocidad vacío	✓	✓	✓	✓			✓
Tiempos muertos	✓	✓	✓		✓	✓	✓
Gastos administrativos	✓	✓	✓				✓
Impuestos	✓	✓	✓				
Costo de Unidades	✓	✓	✓		✓		✓
Depreciación de unidades	✓	✓	✓		✓		✓
Costo de financiamiento	✓		✓		✓		
Km Retornos vacíos	✓	✓	✓		✓	✓	✓
Utilidad de Transportista	✓		✓			✓	✓

* Aunque no presenta de forma detallada el resto de las variables, se puede asumir que están incluidas en el costo por kilómetro que el usuario debe introducir

** No presenta detalles del cálculo de costos por ser empresa privada

Figura 6. Comparativo entre SimLogisX y otros simuladores en el resto del mundo

CAPÍTULO 6

6. COSTOS DEL TRANSPORTE

En el presente capítulo se analizarán las diferentes variables que impactan a los costos de administración y operación de una empresa con flota propia, de acuerdo a la herramienta seleccionada para la simulación.

Cada una de estas variables será descrita en base a las causas del impacto que pudiera tener sobre los costos, si son variables que se puedan administrar de forma interna por la empresa y si son afectados por factores externos, por lo que la empresa no puede tener el control sobre las mismas, para efectos de optimizar el indicador de costo por kilómetro.

6.1. COSTOS Y VARIABLES IMPLICADAS

El realizar el análisis de las diferentes variables que juegan un papel relevante en las diversas herramientas existentes, tanto en México, como en el resto de los simuladores analizados en el capítulo 5, podemos notar que hay una serie de factores que deben ser tomados en cuenta para determinar el valor del flete total.

Las variables seleccionadas para este análisis son las siguientes:

- a) Kilometraje y Rendimiento de combustible.
- b) Costos de autopistas.
- c) Desgaste y reposición de neumáticos.
- d) Sueldos, bonos y viáticos de operadores.
- e) Gasto de mantenimiento de unidades.
- f) Gastos administrativos.
- g) Depreciación de Unidades.
- h) Retornos vacíos

Estas variables engloban de manera general los principales gastos en los que se incurre al administrar unidades de transporte de carga, por lo que se pueden utilizar como base para realizar la simulación de esta investigación.

6.2. KILOMETRAJE Y RENDIMIENTO DE COMBUSTIBLE

Esta variable hace referencia a la distancia recorrida por la unidad de transporte para una ruta establecida. En el simulador SimLogisX, el kilometraje es afectado de acuerdo a las rutas sugeridas por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, en una aplicación llamada «ruta punto a punto» [13].

En dicha aplicación sugiere los diferentes tramos por los que debe circular la unidad de transporte, siguiendo los reglamentos de tránsito locales y federales para cada tipo de unidad de transporte. En la siguiente figura se puede observar la sugerencia de ruta en un viaje con origen en la ciudad de Monterrey, con destino a Oaxaca.

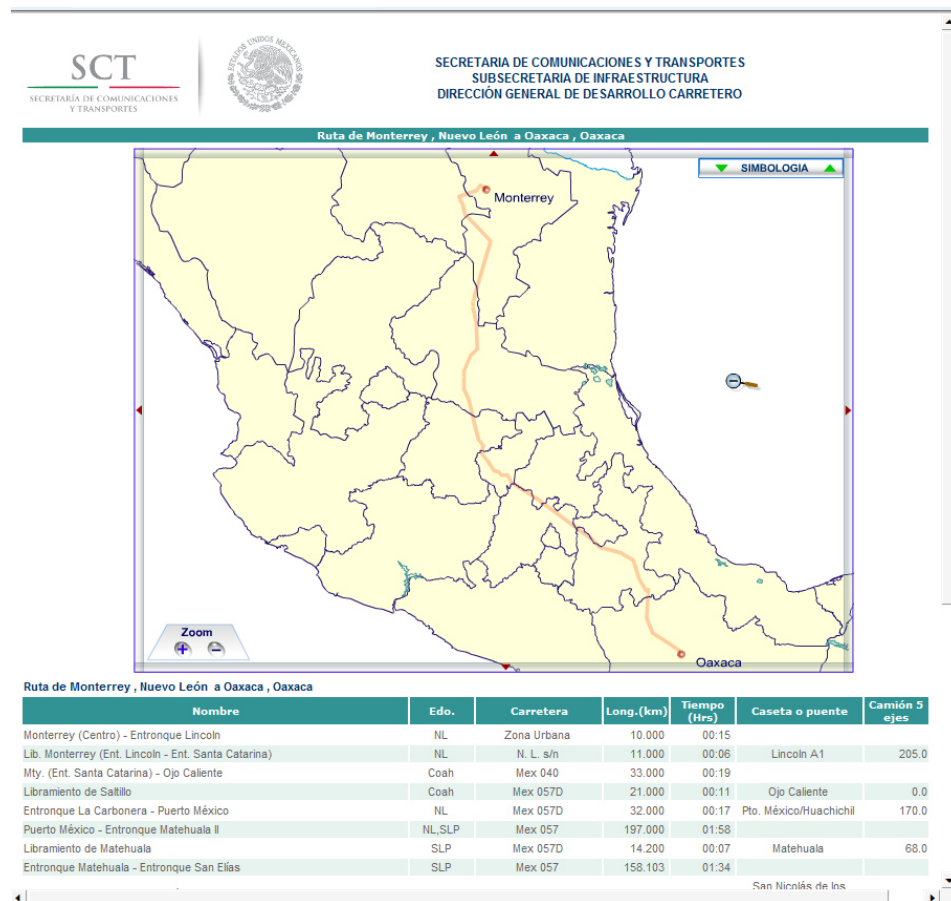


Figura 7. Ruta sugerida por la SCT en viaje Monterrey-Oaxaca

Este dato se utiliza como medida para obtener la distancia recorrida por la unidad de transporte en el simulador, lo que nos da como resultado una aproximación de kilometraje real.

Esta variable es dependiente de factores externos, como son los reglamentos de tránsito expedidos por las autoridades federales y locales para tránsito de unidades de transporte de mercancías y pesos permitidos en tramos de carreteras, por lo que no puede ser controlada por las empresas.

Las unidades de transporte son acotadas por el peso permitido, dimensiones de la misma, la capacidad del vehículo y el tipo de carretera por el que se está circulando. De acuerdo con el reglamento sobre el peso, dimensiones y capacidad de los vehículos de autotransporte que transitan en los caminos y puentes de jurisdicción federal [20], los tipos de carreteras federales se clasifican de la siguiente forma:

- a) Carreteras tipo ET: Son aquellas que forman parte de los ejes de transporte que establezca la Secretaría, cuyas características geométricas y estructurales permiten la operación de todos los vehículos autorizados con las máximas dimensiones, capacidad y peso, así como de otros que por interés general autorice la Secretaría, y que su tránsito se confine a este tipo de caminos.*
- b) Carreteras tipo A: Son aquellas que por sus características geométricas y estructurales permiten la operación de todos los vehículos autorizados con las máximas dimensiones, capacidad y peso, excepto aquellos vehículos que por sus dimensiones y peso sólo se permitan en las carreteras tipo ET.*
- c) Carreteras tipo B: Son aquellas que conforman la red primaria y que atendiendo a sus características geométricas y estructurales prestan un servicio de comunicación interestatal, además de vincular el tránsito.*

- d) *Carreteras tipo C: Red secundaria; son carreteras que atendiendo a sus características prestan servicio dentro del ámbito estatal con longitudes medias, estableciendo conexiones con la red primaria.*
- e) *Carreteras tipo D: Red alimentadora, son carreteras que atendiendo a sus características geométricas y estructurales principalmente prestan servicio dentro del ámbito municipal con longitudes relativamente cortas, estableciendo conexiones con la red secundaria.*

Otro punto de afectación a la ruta es el tema de inseguridad en carreteras. Debido a esta problemática social, las empresas han tenido que ajustar sus rutas de transporte y a su vez, modificado los tiempos de tránsito por ciertas áreas consideradas de alto riesgo, debido a los robos a mano armada presentadas contra las unidades de transporte de mercancías.

Según datos entregados por AMSIRIA (Asociación Mexicana de Seguridad Privada, Información, Rastreo e Inteligencia Aplicada) a la Procuraduría General de Justicia del Estado de México, en la presentación del Mapa Informativo de agosto de 2013, en México se roban en promedio una cantidad de 60 automotores diarios. Al primer semestre de 2013 se hurtaron 10 953 unidades y se recuperaron 6550. En el mismo periodo, alrededor de 17 450 personas fueron asaltadas sin violencia y 34 900 con violencia.

Alberto Rivera, presidente de la AMSIRIA, mencionó en dicho evento la cantidad de robos a unidades de carga [11]:

«Preocupa a los sectores de carga, asegurador y de seguridad privada que al año se roben más de 83 mil unidades aseguradas y otro monto similar que no tienen seguro. Esta tendencia se ha mantenido durante los últimos tres años».

Así pues, la variable de kilometraje se determina de forma externa y los factores de eficiencia de las empresas no tienen efectos sobre esta variable, tomando en cuenta únicamente el transporte. Sin embargo, existe la variable de eficiencia de combustible de las unidades de transporte.

El combustible utilizado en el autotransporte, para carga de mercancías es el diesel. En México los precios de los combustibles fósiles son controlados y determinados por el gobierno federal, a través de la empresa paraestatal de PEMEX.

Debido a estos controles por parte del gobierno mexicano, las empresas no se encuentran posibilitadas para seleccionar el menor costo de mercado, por lo que esta variable es externa.

En los últimos años se ha observado un incremento en los precios de los combustibles, como se muestra en la Figura 8 [12].

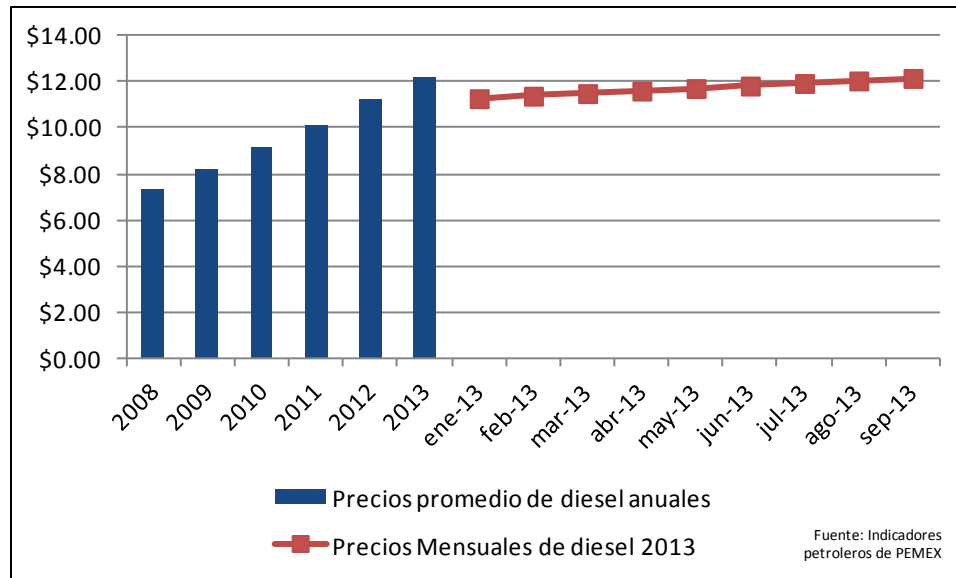


Figura 8. Precios de diesel 2008-2013

La eficiencia en el uso de combustible de las unidades de transporte es determinada por la tecnología desarrollada por fabricantes de autopartes y camiones, sin embargo, esta puede ser afectada por el tipo de conducción y las condiciones de las unidades de transporte.

De acuerdo con un estudio realizado en la UNAM [14], en donde se comparan las eficiencias reales en combustible de unidades motrices contra las pruebas realizadas, se tiene una variación de entre el 3.5% y el 22.6% sobre dichos resultados.

Tomando en cuenta estos datos, se determina para el estudio actual una variación de $\pm 10\%$ del valor de eficiencia medido en litros de diesel por kilómetro

6.3. COSTOS DE AUTOPISTAS

De la misma manera que el kilometraje, los datos de los costos de autopistas federales, o peajes, son pre-calculados por la herramienta oficial de la SCT [13]. En la Figura 9 se puede observar el detalle de los cobros de casetas de peaje, por la ruta sugerida en la misma ruta que la Figura 7, que es con origen Monterrey y destino Oaxaca, para una unidad de transporte de 5 ejes, T3S2.

Nombre	Edo.	Carretera	Long. (km)	Tiempo (hrs)	Caseta o puente	Camión 5 ejes
Monterrey (Centro) - Entronque Lincoln	NL	Zona Urbana	10.000	00:15		
Monterrey (Ent. Lincoln - Ent. Santa Catarina)	NL	N. L. s/n	11.000	00:06	Lincoln A1	205.0
Monterrey (Ent. Santa Catarina) - Ojo Caliente	Coah	Mex 040	33.000	00:19		
Entronque de Saltillo	Coah	Mex 057D	21.000	00:11	Ojo Caliente	0.0
Entronque La Carbonera - Puerto México	NL	Mex 057D	32.000	00:17	Pto. México/Huachichil	170.0
Puerto México - Entronque Matehuala II	NL,SLP	Mex 057	197.000	01:58		
Entronque de Matehuala	SLP	Mex 057D	14.200	00:07	Matehuala	68.0
Entronque Matehuala - Entronque San Elías	SLP	Mex 057	158.103	01:34		
Entronque de San Luis Potosí	SLP	Mex 057D	33.760	00:18	San Nicolás de los Jassos	123.0
Entronque La Pila - Entronque Buenavista	SLP,Qro	Mex 057	154.000	01:32		
Entronque de Querétaro	Qro	Mex 057D	37.500	00:20	Chichimequillas	70.0
Entronque El Colorado - Palmillas	Qro	Mex 057D	40.000	00:21		
Palmillas - Entronque Jilotepec	Mex	Mex 057D	60.000	00:33	Palmillas	270.0
Jilotepec - N. Cd. México (Ent. Jilotepec - Ent. Aut. Méx-Pue)	Pue	Mex M40D	176.370	01:36	Querétaro/Texmelucan	712.0
N. Cd. México - Ent. Puebla	Pue	Mex 150D	30.000	00:16	San Martín	145.0
Entronque Puebla - Entronque Acatzingo	Pue	Mex 150D	42.270	00:23	Amozoc	200.0
Entronque Acatzingo - Cuacnopalan	Pue	Mex 150D	37.000	00:20		
Cuacnopalan - Entronque Tehuacán	Pue	Mex 135D	41.100	00:22	Tehuacán	95.0
Entronque Tehuacán - San José Miahuatlán	Pue	Mex 135D	30.370	00:16	Miahuatlán	55.0
San José Miahuatlán - Entronque Nochixtlán	Oax	Mex 135D	108.540	00:59	Suchixtlahuaca	145.0
Entronque Nochixtlán - San Pablo Etla	Oax	Mex 135D	76.000	00:41	Huitzo	175.0
San Pablo Etla - Oaxaca	Oax	Zona Urbana	8.000	00:12		
Totales			1,351.220	13:05		2,433.0

Figura 9. Costos de autopistas en ruta sugerida por la SCT para viaje Monterrey-Oaxaca

Estos costos de autopistas dependen de los tramos en los que la unidad de carga transite, los cuales están acotados por los reglamentos locales y federales, como se mostró en la clasificación de carreteras del punto 6.2.

Esto nos muestra que la variable de los costos de autopistas son externos para la operación de las empresas y no pueden ser controlados, por lo que su afectación a la eficiencia del transporte en el indicador de costo por kilómetro se comportará de manera constante.

6.4. DESGASTE Y REPOSICIÓN DE NEUMÁTICOS

El costo de reposición de neumáticos es calculado por medio de la herramienta SimLogisX mediante el indicador de costo en pesos mexicanos de reposición de llantas por kilómetro recorrido.

Esta variable fue tomada del cálculo que se realiza por parte del Banco mundial para el desarrollo de la herramienta HDM-VOC, la cual es utilizada para calcular los costos de operación del transporte.

En el documento técnico explicativo de la herramienta [21], se realizan una serie de cálculos, partiendo desde la siguiente fórmula:

$$CTV = NT (CN + CRT NR) / DISTOT$$

En donde:

CTV= costo de uso de neumáticos por cada 1,000 km.

NT= número de neumáticos de la unidad de transporte

CN= Costo de un neumático nuevo

CRT= Costo de un neumático reparado

NR= Número de reparaciones máximas por neumático

DISTOT= Es el número de kilómetros de vida del neumático antes de reposición o reparación

Partiendo de la realización del análisis a profundidad de estos valores, se obtiene que dichos valores son afectados por variables como la rugosidad, el tipo de carretera, la circunferencia de los neumáticos, la velocidad de circulación y la pérdida de caucho por rodamiento. Para efectos de la herramienta utilizada, estas últimas variables se pasan por alto, debido a que se utilizan las tablas de valores estándar aplicados por el Banco Mundial, las cuales ya toman estos factores para determinar los valores.

Al ser el desgaste de neumáticos, una variable dependiente del uso del transporte por rodamiento en carretera, éste puede ser parcialmente controlado por la empresa, buscando tener políticas de compras de reposiciones, de velocidades de circulación y de reparaciones que permitan optimizar el rendimiento de los mismos, según el capítulo 4 de la publicación técnica del Banco Mundial [21]. Es por estos factores controlables por la empresa que para efectos del análisis de esta variable, se tomará una variación de $\pm 10\%$ en el costo de neumáticos por kilómetro en la simulación de resultados de costo por kilómetro.

6.5. SUELDOS BASE Y BONOS VARIABLES

Los sueldos de los operadores normalmente son regidos por el mercado mismo. La demanda de choferes en la República Mexicana aumenta conforme la producción de insumos y productos aumenta para las empresas.

Este sueldo normalmente está dividido de la siguiente forma:

- a) Sueldo base: Es el sueldo que el operador percibe de forma periódica (usualmente semanal, quincenal o mensual) independientemente de la cantidad de viajes que realice.
- b) Bonos variables: Estos bonos son pagados a los operadores de autotransporte en función de los kilómetros recorridos, de las horas trabajadas, o bien de la cantidad de viajes realizados, dependiendo de la forma de pago pactada por la empresa y el trabajador.

El sueldo base utilizado en la herramienta SimLogisX para el cálculo de tarifas es de \$ 6879 MXP. Tomando este valor como un estándar, y dada la aprobación de la herramienta como valores aceptados, se realiza un muestreo de los sueldos base de las propuestas de trabajo publicadas en dos páginas electrónicas dedicadas a búsqueda de empleo, obteniendo que los rangos de valores de sueldos de choferes de unidades de transporte federales fluctúan entre \$ 6450 MXP y \$ 7300 MXP más el valor de los bonos variables. Esto nos da una variación de -7% y +5% sobre el valor base aceptado.

Para efectos de pruebas con esta variable en las corridas de pruebas de esta investigación, se aceptará mantener dicha variación como $\pm 5\%$

En el caso del bono variable, este es medido por un costo por cada kilómetro recorrido, es decir, entre más kilómetros viaje el operador, mayor será dicho bono. Como en el mercado se encuentra una gran variación entre los tipos de bonos variables y los pagos que se realizan, se determina usar una variación de $\pm 10\%$ en el valor de dicha variable para efectos de simulación.

6.6. GASTO DE MANTENIMIENTO DE UNIDADES

Las unidades de transporte administradas por las empresas suelen contar con este costo de mantenimiento de unidades de manera especial. Normalmente estos gastos son monitoreados constantemente, lo que permite mantener bajo control la cantidad gastada en estos rubros.

De acuerdo con la publicación técnica del Banco Mundial [21], estos costos se calculan como un porcentaje del costo total del vehículo recién adquirido. Las variables que afectan al costo de mantenimiento son la edad del vehículo, la fricción y tipo de la carretera por el que circule la unidad.

Los valores que afectan a estas dos variables son las siguientes, de acuerdo a dicho estudio:

- a) Edad promedio de la unidad de transporte, en kilómetros.
- b) El exponente de edad.
- c) Constante de la relación entre la fricción de carretera y el cambio de piezas del vehículo.
- d) El coeficiente de fricción de carreteras.
- e) El valor de transición de la fricción a partir de la cual el cambio de piezas es lineal.
- f) La fricción, de acuerdo al estándar IRI (por sus siglas en inglés *international roughness index*).

Al igual que en este estudio del Banco Mundial, la herramienta utilizada calcula estos costos como un porcentaje del valor del vehículo, validando que el costo simulado es cercano a la realidad.

El valor medio aceptado para las simulaciones de esta investigación es de 7.5% sobre el valor de la unidad. De acuerdo con entrevistas realizadas del 1 de septiembre al 10 de noviembre del año 2013 a tres administradores de flotilla de empresas líderes en manufactura de productos, ubicadas en México, Este porcentaje pudiera variar, de acuerdo a las condiciones especiales de los vehículos, en promedio $\pm 15\%$ sobre el valor citado.

6.7. GASTOS ADMINISTRATIVOS

De la misma manera que la variable de mantenimiento de unidades, con frecuencia los gastos administrativos de la flotilla se expresan en porcentaje sobre el valor de la compra para los análisis de costos.

Este valor es calculado, en la herramienta utilizada, como el costo mensual expresada en dicho porcentaje. El costo base de administración es del 5%, tomándolo como valor aceptado para las simulaciones.

La variación que estos gastos, de acuerdo con las entrevistas realizadas, mencionadas en el punto 6.6, es de $\pm 15\%$ sobre el valor base, por lo que estos valores son los utilizados para efectos de simulación.

6.8. DEPRECIACIÓN DE UNIDADES

La depreciación de las unidades de transporte es el valor en años del tiempo de vida de los vehículos, según sea definido por el departamento de contabilidad y la administración de la empresa.

El valor medio de una unidad de transporte en la herramienta de simulación es de 10 años, sin embargo, dependiendo el servicio que requiera ofrecer la empresa transportista, o bien, las políticas de reemplazo de equipos que tenga la administración de flotillas, este valor en años pudiera

cambiar. Las compañías definen, mediante los métodos de depreciación contables, la forma en que se deprecian las unidades de transporte, de acuerdo a la vida media que se requiera de la flotilla.

Para efectos de la simulación, los valores en que se consideran a depreciar las unidades de transporte son 10 años como base, 5 años como mínimo y 15 años como máximo, por lo que el costo de adquisición de las unidades de transporte deberá ser dividido entre la cantidad de meses del período para la obtención del costo mensual de depreciación.

6.9. RETORNOS VACÍOS

El objetivo de contratar el servicio de envío de mercancías, o bien de administrar una flota propia, es hacer llegar los productos del punto A al punto B en tiempo, forma y costo requerido.

Parte de los costos a los que se integra la simulación pudieran considerarse ocultos, ya que no están en función del transporte mencionado entre el punto A y el punto B. Tal es el caso de los costos referentes a los kilómetros recorridos en vacío, es decir, una vez que se llega al punto B, se requiere el regreso de la unidad de transporte sin carga alguna, para aumentar la disponibilidad de la siguiente carga en el punto de origen A.

Estos costos afectan directamente a las variables consideradas en los costos variables, ya que dependen directamente de la cantidad de kilómetros recorridos en vacío.

La simulación en la herramienta de SimLogisX, considera este costo como un porcentaje del viaje total en vacío promedio mensual, midiendo los efectos en el resto de los costos variables mediante esta función.

Dado que el rango de operación de esta variable es entre 0%, es decir que todos los retornos llevan carga del punto de entrega original y el punto de arranque inicial, y el 100%, que es cuando los viajes de retorno se realizan con la unidad de transporte completamente vacía, se le asigna una variación mensual entre el 25% y 75%, siendo la media aceptada por el simulador como un vacío del 50% de los retornos.

Los gastos de retornos se basan en un promedio de velocidad de viaje promedio y una eficiencia de combustible específicos para las unidades de transporte sin carga, por lo que no representan los mismos gastos que el viaje de entrega.

CAPÍTULO 7

7. VARIABLES CRÍTICAS DE EFICIENCIA Y RESULTADOS DE SIMULACIÓN

En el presente capítulo se presentan las simulaciones de las variables de costos de transporte, de acuerdo a lo descrito en el capítulo anterior, en el simulador utilizado como herramienta aceptada para este estudio (SimLogisX).

La forma en cómo se evaluaron las variaciones fue de la siguiente forma:

- a) Se toman las variables sobre la media existente y aceptada para cada una de las variables de costo.
- b) Se evalúa la primera variable con las simulaciones adicionales usando la variación determinada de forma positiva y negativa.
- c) Se realizan simulaciones para dicha variable, desde 50 km hasta 4050 km, con intervalos de 100 km
- d) Se obtienen los valores resultado de las corridas de prueba, divididos en las columnas de valor medio aceptado (obtenido

directamente del valor aceptado de la herramienta seleccionada), el valor con variación negativa determinada en el capítulo 6 para dicha variable, y el valor con la variación positiva.

- e) Se realiza la misma corrida de pruebas para la siguiente unidad de transporte, numeradas del 1 al 11
- f) Una vez terminadas las simulaciones, se regresa la variable al valor medio original
- g) Se repite el proceso para la siguiente variable.

De esta forma, se obtuvieron los 9944 resultados de las diferentes variables de costos, que se presentarán de forma resumida a continuación. En estos resultados se muestra el impacto de la variación de cada una de ellas en el indicador de costo por kilómetro.

7.1. IMPACTO DE LAS VARIABLES SOBRE LA EFICIENCIA DEL TRANSPORTE

Para medir el impacto de cada una de las variables sobre nuestro indicador base, se grafica la línea base obtenida por el simulador con los valores medios aceptado, como se muestra en la Figura 10.

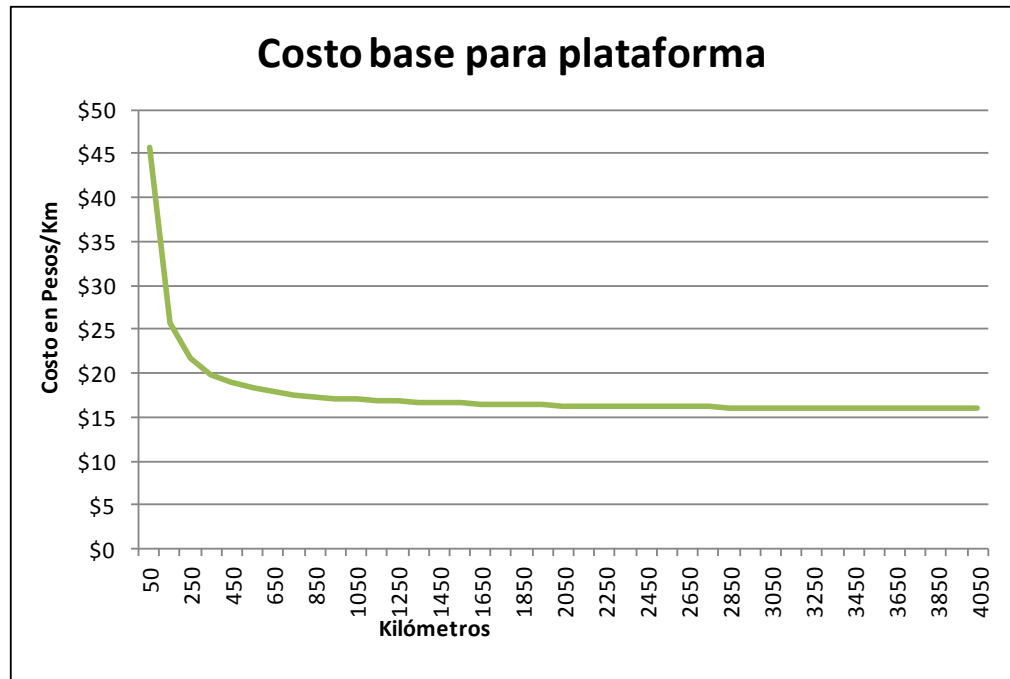


Figura 10. Gráfica de la línea base obtenida del simulador SimLogisX

Como se puede observar, el indicador del costo en pesos mexicanos por kilómetro se va reduciendo conforme se tiene un kilometraje mayor, tendiendo hacia una línea horizontal.

Esto es explicable en la manera en que se tienen costos fijos y variables. Los costos variables son dependientes de la cantidad de kilómetros recorrida, mientras que los costos fijos se van atenuando conforme aumenta.

De esta forma se obtiene una línea comparativa de los costos por kilómetro en donde los puntos que se presentan en la parte superior a esta

línea son aquellos puntos en que los costos por kilómetro aumentan, y dando como resultado una menor eficiencia en los costos de transporte, mientras que si se presenta por debajo de la línea base, esta eficiencia aumentará, como se explica en la Figura 11.

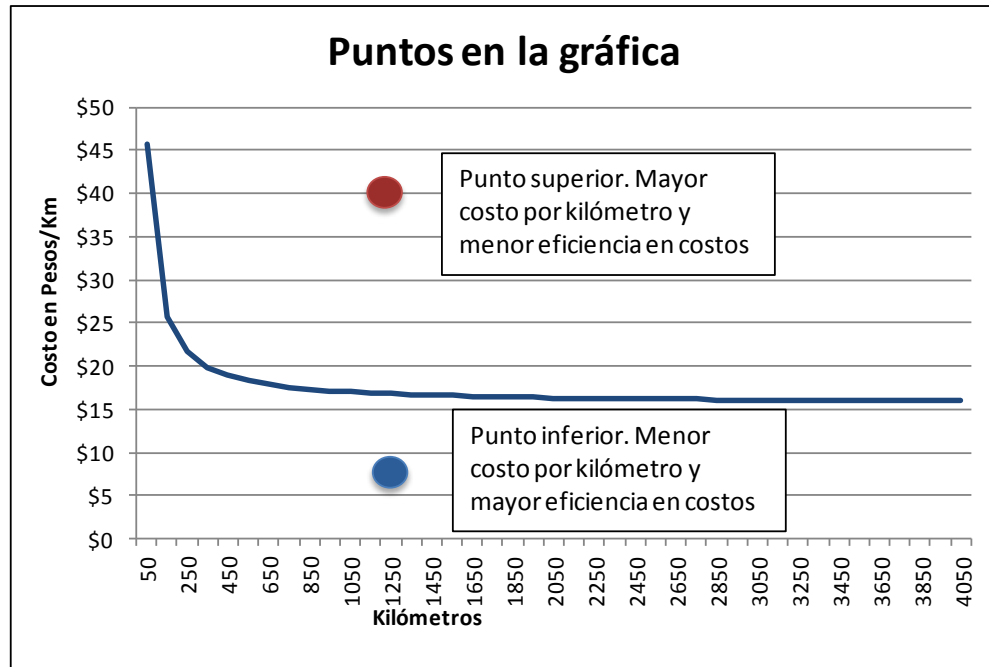


Figura 11. Interpretación de los puntos en referencia a la línea de costo base

El siguiente paso fue trazar el comportamiento de las variables en la gráfica para tener punto de comparación. En los puntos siguientes se mostrarán los resultados como respuesta visual del indicador a la variación determinada. Con esto se seleccionaron las variables con un mayor impacto sobre el indicador, a medida en que se separaban de la línea de control o costo base.

7.2. SIMULACIÓN DE EFECTOS DE LAS VARIABLES CRÍTICAS

La simulación a través del simulador SimLogisX, el cual se encuentra en plataforma de Excel, se realizó a través de la programación de las corridas de las variables mediante el programa de Visual Basic. Esto permitió obtener los resultados de manera simple y precisa.

La primera simulación se realizó para las unidades plataforma, seguidas del resto de las unidades. Se detectó que las variables siguen el mismo comportamiento, independientemente del tipo de unidades, por lo que, para efectos de simplificación, se muestran los resultados de plataforma como universales.

La primera variable a analizar fue la de rendimiento de combustible. Los resultados de la simulación se muestran en la Figura 12 (Para mayor detalle, los resultados de las variables se encuentran en el Apéndice 2)

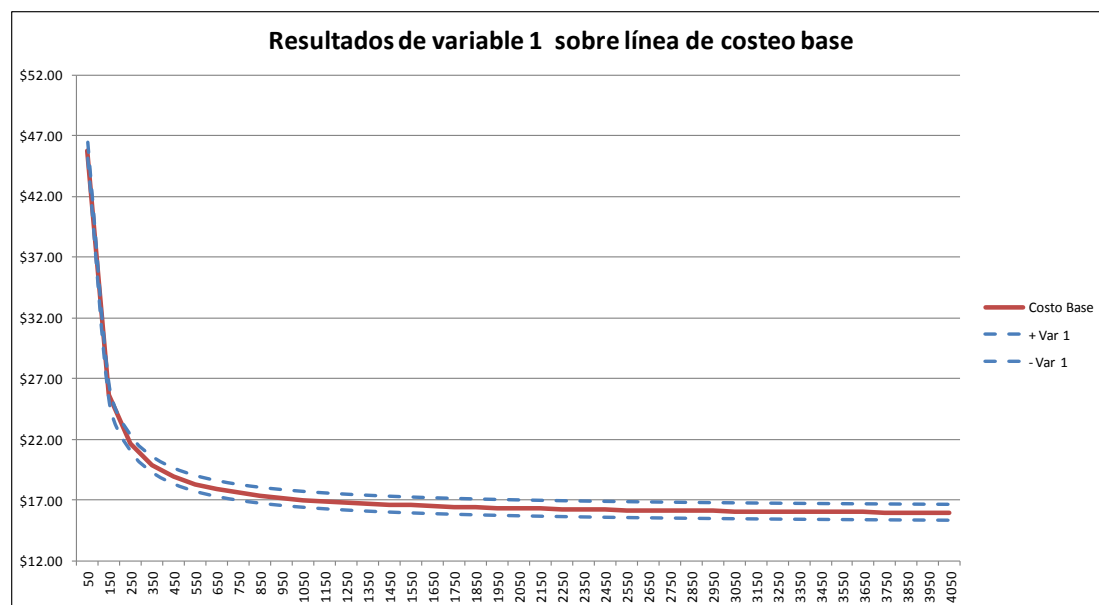


Figura 12. Gráfica de simulaciones de variable 1

Como se muestra en la Figura 12, el indicador de costo por kilómetro se ve afectado cuando la variable es simulada con efecto negativo, y describiendo una línea por encima del valor de la línea de costo base de forma asintótica en la medida en que aumenta el valor de kilometraje. También se puede observar que la variación aumenta mientras se registra un mayor kilometraje en el viaje simulado. Los resultados fluctúan entre 1.6% en el viaje de 50 km, hasta 4.6% de variación en fletes de 4050 km, lo que demuestra que esta variable se comporta como costos dependientes del kilometraje, tomando una mayor relevancia para viajes largos.

Este comportamiento de costo variable se puede observar en el costo de neumáticos y el porcentaje de vacío, mientras que el resto de las variables se comporta como costo fijo, disminuyendo la variación a medida en que aumentan los kilómetros recorridos. Las gráficas de las variables se pueden observar a detalle en el Apéndice C.

	% de variación Plataforma							
Km	Var 1	Var 2	Var 3	Var 4	Var 5	Var 6	Var 7	Var 8
50	1.6%	0.7%	1.0%	0.4%	1.4%	0.7%	10.0%	5.6%
150	2.9%	1.2%	0.7%	0.8%	1.0%	0.6%	7.5%	9.9%
250	3.4%	1.4%	0.6%	0.9%	0.9%	0.5%	6.4%	11.8%
350	3.7%	1.6%	0.6%	1.0%	0.8%	0.4%	5.8%	12.8%
450	3.9%	1.7%	0.5%	1.1%	0.7%	0.4%	5.5%	13.5%
550	4.0%	1.7%	0.5%	1.1%	0.7%	0.4%	5.2%	13.9%
650	4.1%	1.8%	0.5%	1.1%	0.7%	0.4%	5.0%	14.2%
750	4.2%	1.8%	0.5%	1.1%	0.7%	0.4%	4.9%	14.5%
850	4.2%	1.8%	0.5%	1.2%	0.6%	0.4%	4.8%	14.7%
950	4.3%	1.8%	0.5%	1.2%	0.6%	0.3%	4.7%	14.8%
1050	4.3%	1.8%	0.4%	1.2%	0.6%	0.3%	4.6%	15.0%
1150	4.4%	1.9%	0.4%	1.2%	0.6%	0.3%	4.5%	15.1%
1250	4.4%	1.9%	0.4%	1.2%	0.6%	0.3%	4.5%	15.2%
1350	4.4%	1.9%	0.4%	1.2%	0.6%	0.3%	4.4%	15.3%
1450	4.4%	1.9%	0.4%	1.2%	0.6%	0.3%	4.4%	15.3%
1550	4.4%	1.9%	0.4%	1.2%	0.6%	0.3%	4.3%	15.4%
1650	4.5%	1.9%	0.4%	1.2%	0.6%	0.3%	4.3%	15.4%
1750	4.5%	1.9%	0.4%	1.2%	0.6%	0.3%	4.3%	15.5%
1850	4.5%	1.9%	0.4%	1.2%	0.6%	0.3%	4.3%	15.5%
1950	4.5%	1.9%	0.4%	1.2%	0.6%	0.3%	4.2%	15.6%
2050	4.5%	1.9%	0.4%	1.2%	0.6%	0.3%	4.2%	15.6%
2150	4.5%	1.9%	0.4%	1.2%	0.6%	0.3%	4.2%	15.7%
2250	4.5%	1.9%	0.4%	1.2%	0.6%	0.3%	4.2%	15.7%
2350	4.5%	1.9%	0.4%	1.2%	0.6%	0.3%	4.2%	15.7%
2450	4.5%	1.9%	0.4%	1.2%	0.6%	0.3%	4.1%	15.7%
2550	4.6%	1.9%	0.4%	1.2%	0.6%	0.3%	4.1%	15.8%
2650	4.6%	1.9%	0.4%	1.2%	0.6%	0.3%	4.1%	15.8%
2750	4.6%	1.9%	0.4%	1.2%	0.6%	0.3%	4.1%	15.8%
2850	4.6%	1.9%	0.4%	1.2%	0.6%	0.3%	4.1%	15.8%
2950	4.6%	1.9%	0.4%	1.2%	0.6%	0.3%	4.1%	15.8%
3050	4.6%	1.9%	0.4%	1.2%	0.6%	0.3%	4.1%	15.9%
3150	4.6%	2.0%	0.4%	1.2%	0.6%	0.3%	4.1%	15.9%
3250	4.6%	2.0%	0.4%	1.2%	0.6%	0.3%	4.1%	15.9%
3350	4.6%	2.0%	0.4%	1.2%	0.6%	0.3%	4.1%	15.9%
3450	4.6%	2.0%	0.4%	1.2%	0.6%	0.3%	4.0%	15.9%
3550	4.6%	2.0%	0.4%	1.3%	0.6%	0.3%	4.0%	15.9%
3650	4.6%	2.0%	0.4%	1.3%	0.5%	0.3%	4.0%	15.9%
3750	4.6%	2.0%	0.4%	1.3%	0.5%	0.3%	4.0%	15.9%
3850	4.6%	2.0%	0.4%	1.3%	0.5%	0.3%	4.0%	16.0%
3950	4.6%	2.0%	0.4%	1.3%	0.5%	0.3%	4.0%	16.0%
4050	4.6%	2.0%	0.4%	1.3%	0.5%	0.3%	4.0%	16.0%

Figura 13. Resultado de la simulación de variables

En la tabla de la Figura 13 se aprecia el comportamiento de cada una de las variables simuladas para el tipo de unidad de transporte denominada plataforma. Para efectos de identificación de las variables, a continuación se muestra la Figura 14.

Var 1	Rendimiento
Var 2	Costo/Km de llantas
Var 3	Sueldo de Operador
Var 4	Bono de Operador
Var 5	Mtto de Unidades
Var 6	Gastos admon
Var 7	Depreciación
Var 8	% vacío

Figura 14. Tabla de identificación de variables

7.3. SELECCIÓN DE LAS VARIABLES CRÍTICAS

Como se determinó en el capítulo uno, el objetivo de esta investigación es la obtención de los factores críticos de eficiencia en los costos de los fletes, a fin de determinar las afectaciones de las variables sobre el indicador de costo por kilómetro, y de esta forma dar luz a las empresas en la toma de decisión entre flotilla propia o subcontratada. Tomando la línea de la base de costos de referencia como costo de mercado (o costo de flotilla subcontratada) se puede determinar que todo aquel costo superior a esta línea se considera como una menor eficiencia del transporte propio.

Después de haber realizado las simulaciones, se toma la variación de los resultados sobre el indicador seleccionado para determinar cuáles son aquellas variables que presentan un mayor impacto sobre el costo por kilómetro.

A continuación se muestran los resultados obtenidos en la Figura 15:

Tipo de unidad	Variación máxima variables 1 a 4			
	Rendimiento	Costo/Km de llantas	Sueldo de Operador	Bono de Operador
Plataforma	4.6%	2.0%	1.0%	1.3%
Caja 53	4.5%	2.1%	1.0%	1.3%
Caja 48	4.5%	2.1%	1.0%	1.3%
Caja 45	4.5%	2.1%	1.0%	1.3%
Lowboy	5.2%	1.8%	1.0%	1.3%
Jaula	4.9%	2.1%	1.0%	1.3%
Full	7.1%	2.2%	0.9%	1.0%
Torton	4.4%	1.3%	1.1%	1.5%
Tortoneta	3.1%	1.6%	1.2%	1.8%
Rabón	4.2%	0.9%	1.1%	1.7%
Camioneta 3.5	3.1%	0.7%	1.2%	2.0%
	4.6%	1.7%	1.0%	1.4%

Tipo de unidad	Variación máxima de variables 5 a 8			
	Mtto de Unidades	Gastos admon	Depreciación	% vacío
Plataforma	1.4%	0.7%	10.0%	16.0%
Caja 53	1.2%	0.7%	9.0%	16.0%
Caja 48	1.2%	0.7%	8.8%	16.0%
Caja 45	1.2%	0.7%	8.7%	16.0%
Lowboy	1.1%	0.6%	8.1%	16.1%
Jaula	1.0%	0.6%	7.6%	16.1%
Full	1.3%	0.7%	9.6%	16.1%
Torton	1.0%	0.5%	7.3%	16.1%
Tortoneta	0.9%	0.5%	6.6%	16.0%
Rabón	0.9%	0.5%	6.8%	16.0%
Camioneta 3.5	0.8%	0.4%	5.9%	16.0%
	1.1%	0.6%	8.0%	16.0%

Figura 15. Resultados de variación máxima obtenida de simulaciones

Lo que se puede observar en estos resultados es que las variables que tienen un mayor impacto son el porcentaje de vacío, la depreciación de unidades y el rendimiento de combustible.

Número de variable	Nombre de variable	Afectación promedio
Variable 8	% vacío	16.0%
Variable 7	Depreciación	8.0%
Variable 1	Rendimiento	4.6%
Variable 2	Costo/Km de llantas	1.7%
Variable 4	Bono de Operador	1.4%
Variable 5	Mtto de Unidades	1.1%
Variable 3	Sueldo de Operador	1.0%
Variable 6	Gastos admon	0.6%

Figura 16. Tabla de resultados de afectación promedio

Si una empresa analiza las opciones de operación de flota propia, el valor del porcentaje de vacío es el más relevante. La empresa deberá asegurarse de mantener circuitos de transporte cerrados, de forma que disminuya en la medida de lo posible los retornos vacíos.

Esto representa un gran reto para las empresas, pues al dedicarse a la manufactura de productos no puede vender el servicio de transporte a otras compañías, debido a la legislación mexicana, por lo tanto, deberá completar los circuitos con fletes de retorno con materias primas, empaques reutilizables o algún otro producto.

Si la empresa no logra ser eficiente en la administración de esta variable para las rutas analizadas, la recomendación es subcontratar el servicio y eliminar el uso de unidades propias, ya que la administración de las empresas dedicadas al transporte trabajan justamente en conseguir estos retornos para lograr un mayor ingreso.

La segunda variable con mayor impacto es la depreciación de unidades. Si se deprecian las unidades de transporte en 5 años, significa que la empresa tiene como política mantener las unidades nuevas por estos 5 años. Esto es una desventaja en cuanto al indicador del costo por kilómetro, aunque hay otros factores que pudieran intervenir, que no se analizan en esta investigación, como las ventajas que representan para la imagen corporativa o de marca que requiera la empresa. Cabe aclarar que dicha depreciación está en función de los años de vida de las unidades de transporte como proyecto de inversión y no de la depreciación legal utilizada.

La tercera variable de mayor impacto sobre el indicador de costo por kilómetro es el rendimiento de combustible. Las soluciones para mantener la eficiencia en el rendimiento de combustible van desde las soluciones simples, como mantener registro de los consumos de las unidades de transporte, hasta algunas más complicadas, como la implementación de sistemas GPS y el establecimiento de geocercas para reducir la variabilidad de las rutas por las que transitan las unidades de transporte.

El resto de las variables, aunque tienen cierta afectación en los costos, no se consideran críticas, pues la afectación es menor que las tres variables seleccionadas, de acuerdo a la simulación realizada en esta investigación

CAPÍTULO 8

8. CONCLUSIONES

Mediante el uso de simulaciones de costos en el simulador SimLogisX, que es la herramienta definida para el estudio al comprobarse que es lo suficientemente robusta para obtener valores de costos cercanos a la realidad, mostrado en el capítulo 5, se logra determinar que existen tres variables a considerarse como críticas para la eficiencia de costos del transporte de mercancías en el territorio mexicano.

La variable con un mayor impacto sobre el indicador seleccionado de costo por kilómetro, es el porcentaje de vacío promedio mensual de retornos. El comportamiento de esta variable, como se mencionó en el capítulo 7, es del tipo de costo variable.

En la Figura 17 se muestra de forma ampliada el comportamiento de esta variable de costo y su afectación en el indicador de costo por kilómetro a través de la distancia recorrida.

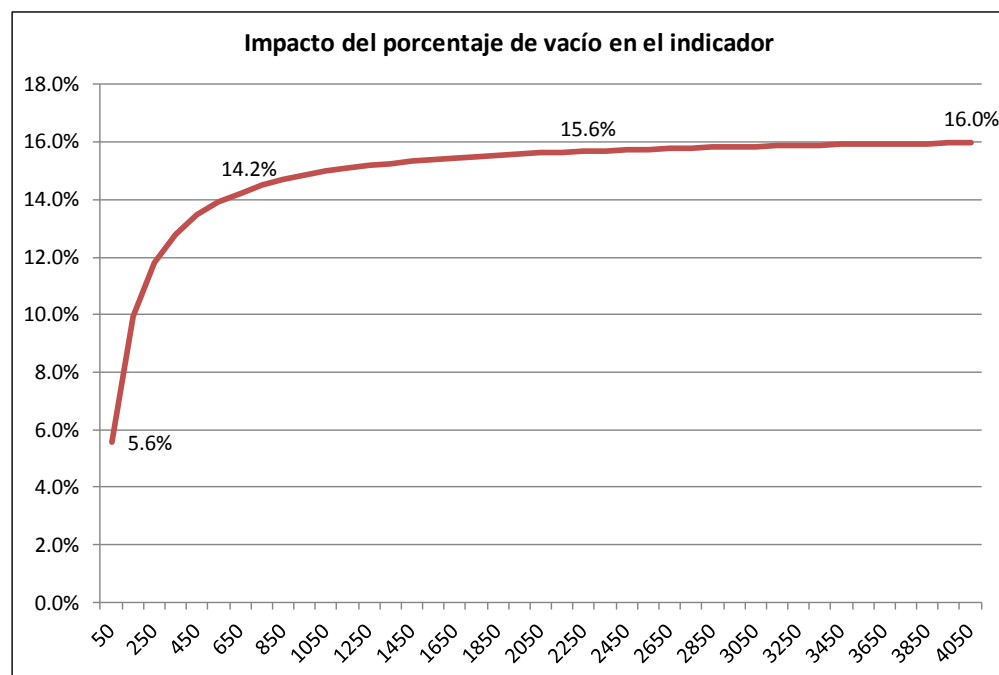


Figura 17. Resultados del impacto de porcentaje de vacío en el indicador

Cuando el kilometraje es bajo, en la variable de porcentaje de vacío (Variable 8) la variación en el costo por kilómetro es del 5.6%, comportándose de forma ascendente hasta llegar a un impacto de 16% en el costo por kilómetro, al recorrer 4050 km.

La segunda variable con mayor impacto es la depreciación de unidades de transporte. El efecto que se obtiene en la simulación tiene un comportamiento inverso a la variable de porcentaje de vacío, y con un nivel de impacto menor, partiendo desde el 10% y disminuyendo el impacto hasta el 4% con un mayor kilometraje. Esto se observa por ser costo fijo, como se muestra en la Figura 18.

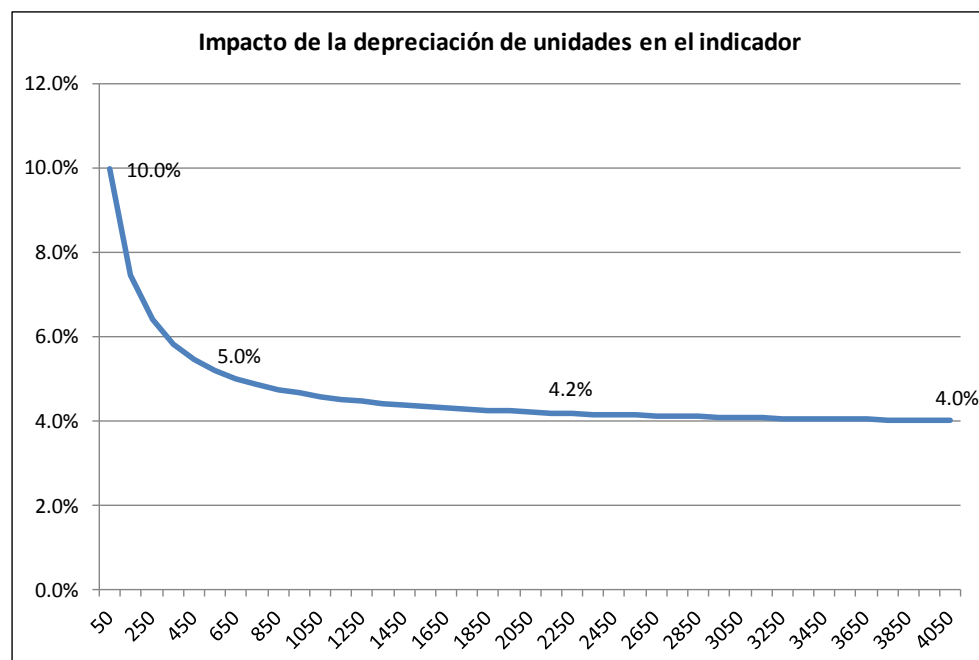


Figura 18. Resultados del impacto de depreciación de unidades en el indicador

La desviación de los valores de entrada en la simulación, para esta variable, fue de depreciación base a 10 años, 5 años como el tiempo mínimo y 15 años el tiempo máximo.

A diferencia del resto de las variables simuladas, los resultados con esta variable no se comportan de forma simétrica en relación al costo base. El impacto en el aumento del costo por kilómetro es mayor en porcentaje que el impacto en la reducción de ese mismo costo. Es decir, cuando se deprecia a 5 años el impacto en el aumento del indicador se encuentra en un rango de 10% a 4%, mientras que por debajo de la línea base, que se logra mediante

la depreciación a 15 años de la unidad de transporte, el rango se encuentra entre -3.3% y -1.3%.

La tercera variable de mayor impacto en el indicador, es el rendimiento de combustible. El comportamiento de esta variable es similar a la variable de porcentaje de vacío, pero en rangos menores a los observados anteriormente, como se muestra en la Figura 19.

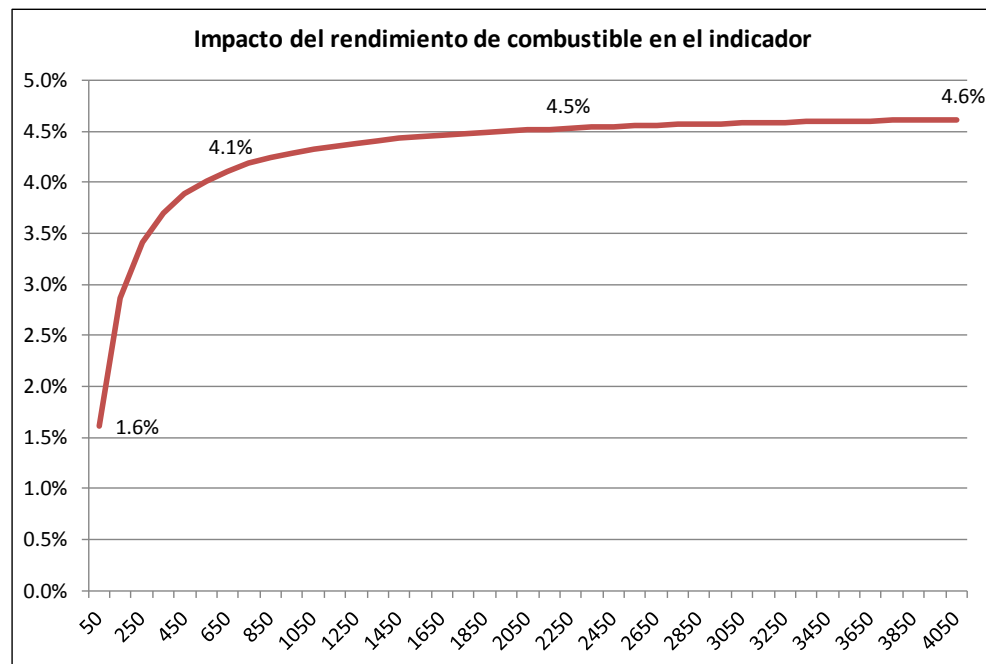


Figura 19. Resultados del impacto de rendimiento de combustible en el indicador

Esta variable tiene un impacto de 1.6% en el costo por kilómetro en el kilometraje más bajo, mientras que llega hasta 4.6% el impacto en el indicador al llegar a la distancia máxima simulada.

Con esto, se demuestra la hipótesis planteada. Se logran determinar las tres variables consideradas como críticas en eficiencia de costos de transporte de cargas terrestres en el territorio mexicano.

De la misma manera se cumplen los objetivos de análisis de los impactos de cada una de las variables y los diferentes comportamientos que tienen al reducir o aumentar los valores base.

Aunque, al tener flota propia se deben medir de alguna forma todas estas variables de costos, las tres variables críticas deberán ser monitoreadas de forma constante, para lograr mantener su nivel por debajo del costo por kilómetro base. En caso de no ser eficiente, la recomendación siempre será la subcontratación del servicio con alguna de las empresas dedicadas al transporte de mercancía en carreteras federales.

De acuerdo a lo visto en el capítulo sexto, la medición de la eficiencia de las variables es condicionada por la legislación actual y el margen en que las empresas pudieran o no controlar estos costos. El modelo con el que fue desarrollado este trabajo permite modificar dichas variables, cambiando los valores condicionados de acuerdo a las condiciones que se presenten en un futuro, sin embargo es posible que el impacto estudiado en esta investigación pueda ser modificado por estas variaciones imprevistas en las condiciones de administración de la flotilla. Para ese caso, deberá estudiarse de manera posterior el impacto de los cambios en las variables seleccionadas, si es que lo hubiera.

El simulador utilizado representa, de esta forma, una ventaja de estudio al ser dependiente de los valores que el usuario defina con antelación, pudiendo el mismo colocar factores extraordinarios en las variables de impacto de costos.

Un cambio en las variables externas pudiera ser aislado del modelo, ya que no se contempla en el análisis realizado, debido a que las empresas no cuentan con las condiciones para modificar el comportamiento de dichas variables, y por lo cual supone que todo el mercado es afectado de la misma manera y no representa de ninguna forma una ventaja en eficiencia de transporte.

Se recomienda para estudios posteriores, investigar la interrelación entre las variables de costos implicadas en la administración de flotillas. Se puede suponer que hay variables de costos interdependientes que, al impactar el valor de alguna de ellas, las otras sufrirán algunos cambios. Esta relación de efectos tendrá que ser investigada a la postre, de forma que los efectos en el indicador base pudieran ser controlados indirectamente.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] BALLOU, Ronald. H., *Logística: administración de la cadena de suministro*, Quintanar Duarte, Enrique (ed.lit.), Mendoza Barraza, Carlos (trad. Esp.) 5a ed., Pearson-Prentice Hall, 2004 , pág.13.
- [2] JIMÉNEZ SÁNCHEZ, José Elías , *Los factores críticos de éxito de la cadena de suministro*, Sanfandila, Qro. , publicación técnica 237 (2004), Instituto Mexicano del Transporte, pág. 37, ISSN 0188-7297.
- [3] JIMÉNEZ SÁNCHEZ, José Elías y HERNÁNDEZ GARCÍA, Salvador, *Marco conceptual de la cadena de suministro: un nuevo enfoque logístico*, Sanfandila, Qro. , publicación técnica 215 (2002), Instituto Mexicano del Transporte, pág. 186-187, ISSN 0188-7297.
- [4] SHANNON, Robert; JOHANNES, James D. «Systems simulation: the art and science». *IEEE transactions on systems, man and cybernetics SM6*, Issue 10, 1976. pp. 723-724, ISSN 0018-9472.
- [5] Secretaría de Economía: Comunidad de negocios - Industria y Comercio - Innovación - Logística. Estadística [en línea]: de la página oficial. < <http://www.economia.gob.mx/comunidad-negocios/industria-y-comercio/innovacion/logistica> > [Consulta: 06 de octubre de 2013] .
- [6] Secretaría de Comunicaciones y Transportes, *Estadística Básica del autotransporte federal 2012*, Subsecretaría del Transporte, Dirección







General de Autotransporte Federal, (2013) Capítulos 4,5 y 9, p. 55,59,106







- [7] ARVIS, Jean-François; MUSTRA, Mónica Alina; OJALA, Lauri; SHEPHERD, Ben; SASLAVSKY, Daniel, *Connecting to Compete 2012, Trade Logistics in the Global Economy*, The Logistics Performance Index and Its Indicators, The International Bank for Reconstruction and Development/The World Bank (2012), pág 8, Tabla 1.3
- [8] NORMA OFICIAL MEXICANA, NOM-012-SCT-2-2008, Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Diario Oficial, Primera Sección (2008), págs. 8-10
- [9] Organización de Estados Americanos, *Estudio de Integración Regional en el Transporte de Carga*, capítulo sexto, sección 1.1, fracción ii, Instituto de Planificación de Transporte e Infraestructura, Oficina de Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente [en línea]: de la página oficial .
<<http://www.oas.org/dsd/publications/Unit/oea75s/ch08.htm#1.1>.
Conceptos vinculados al costo del transporte de cargas por automotor >
[Consulta: 24 de octubre de 2013]
- [10] Instituto Mexicano del Transporte sistema de costos del autotransporte mexicano, Secretaría de Comunicaciones y Transportes, [en línea], <<http://148.243.51.170:8006/sicam/Bienvenida.html>> [Consulta: 24 de octubre de 2013]
- [11] Transporte Informativo, *Crece 32% robo de mercancías: AMSIRIA*, 27 de agosto de 2013 [en línea] <<http://transporteinformativo.com/de-buena-fuente/crece-32-robo-de-mercancias-amsiria>> [Consulta: 29 de octubre de 2013]


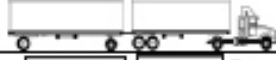





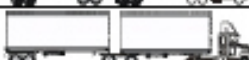
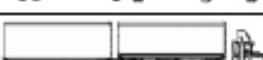
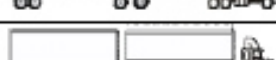
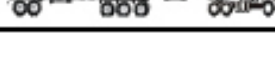
- [12] Petróleos Mexicanos, Precio al público de productos petrolíferos, [en línea], <http://www.ri.pemex.com/files/dcpe/petro/epublico_esp.pdf> [Consulta: 29 de octubre de 2013]
- [13] Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Rutas punto a punto, Subsecretaría de Infraestructura, [en línea], <http://aplicaciones4.sct.gob.mx/sibuac_internet/ControllerUI?action=cmdEscogeRuta> [Consulta: 29 de octubre de 2013]
- [14] GONZÁLEZ-OROPEZA, R., *Los ciclos de manejo, una herramienta útil si es dinámica para evaluar el consumo de combustible y las emisiones contaminantes del auto transporte*, Revista Ingeniería Investigación y Tecnología VI. 3. 147-162, 2005, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México, Tabla 3, pág. 53.
- [15] Gobierno de Canarias, *Simulador Costes del Transportes de Mercancías*, Dirección General de Transportes, [en línea], <<http://www.gobiernodecanarias.org/citv/dgt/simertran/mercancias/procesa.jsp>> [Consulta: 25 de octubre de 2013]
- [16] Gobierno Vasco, *Simulador del coste de mercancías por carretera*, Departamento de Medio Ambiente y Política Territorial, [en línea], <<http://www.garraioak.ejgv.euskadi.net/r41-10714x/es/s46aSIMUCOSTESWar/S46ASeleccionTipoVehiculoServlet>> [Consulta: 25 de octubre de 2013]
- [17] Shortsea Promotion Centre Spain, Simulador de Cadenas de Transporte, Red Europea de Centros de Promoción del Transporte Marítimo de Corta Distancia, [en línea], <<http://simulador.shortsea.es/simulador.aspx>> [Consulta: 25 de octubre de 2013]

- [18] Centro Logístico y de Negocios del Caribe S.A., Simulador De Costos [en línea],
<<http://www.central.com.co/cartagena.php?la=es&item=6>> [Consulta: 26 de octubre de 2013]
- [19] Freight Metrics, Truck Operating Cost Calculator, [en línea]
<<http://www.freightmetrics.com.au/Calculators/TruckOperatingCostCalculator/tabid/104/Default.aspx>> [Consulta: 27 de octubre de 2013]
- [20] DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN, *Reglamento sobre el peso, dimensiones y capacidad de los vehículos de autotransporte que transitan en los caminos y puentes de jurisdicción federal*, Nuevo Reglamento publicado en el Diario Oficial de la Federación el 26 de enero de 1994, Apéndice para la clasificación de los caminos y puentes a que se refiere el artículo 6° del reglamento sobre el peso, dimensiones y capacidad de los vehículos de autotransporte que transitan en los caminos y puentes de jurisdicción federal, pág. 9
- [21] ARCHONDO-CALLAO, Rodrigo S.; FAIZ, Asif, Estimating, *Vehicle Operating Costs*, Publicación técnica 234 del Banco Mundial, Enero 1994, págs.44-50, ISSN 0253-7494, ISBN 0-8213-2677-5

**APÉNDICE A- TABLAS DE UNIDADES DE TRANSPORTE DE CARGA
SEGÚN SU CLASE, NOMENCLATURA, EJES Y LLANTAS**

CAMION UNITARIO (C)			
NOMENCLATURA	NUMERO DE EJES	NUMERO DE LLANTAS	CONFIGURACION DEL VEHICULO
C2	2	6	
C3	3	8-10	
CAMION-REMOLQUE (C-R)			
NOMENCLATURA	NUMERO DE EJES	NUMERO DE LLANTAS	CONFIGURACION DEL VEHICULO
C2-R2	4	14	
C3-R2	5	18	
C2-R3	5	18	
C3-R3	6	22	

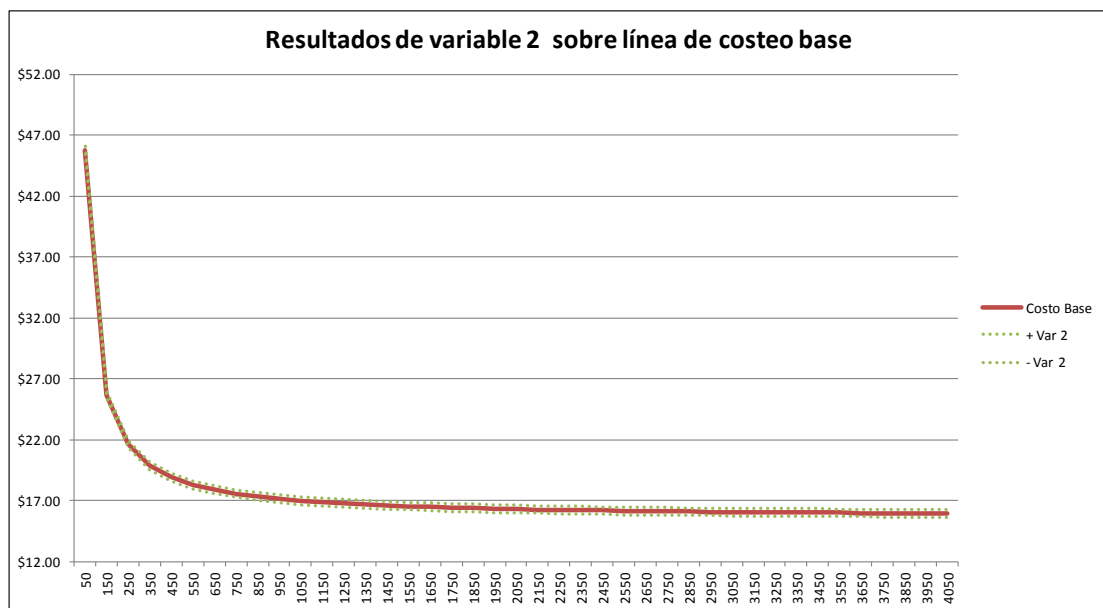
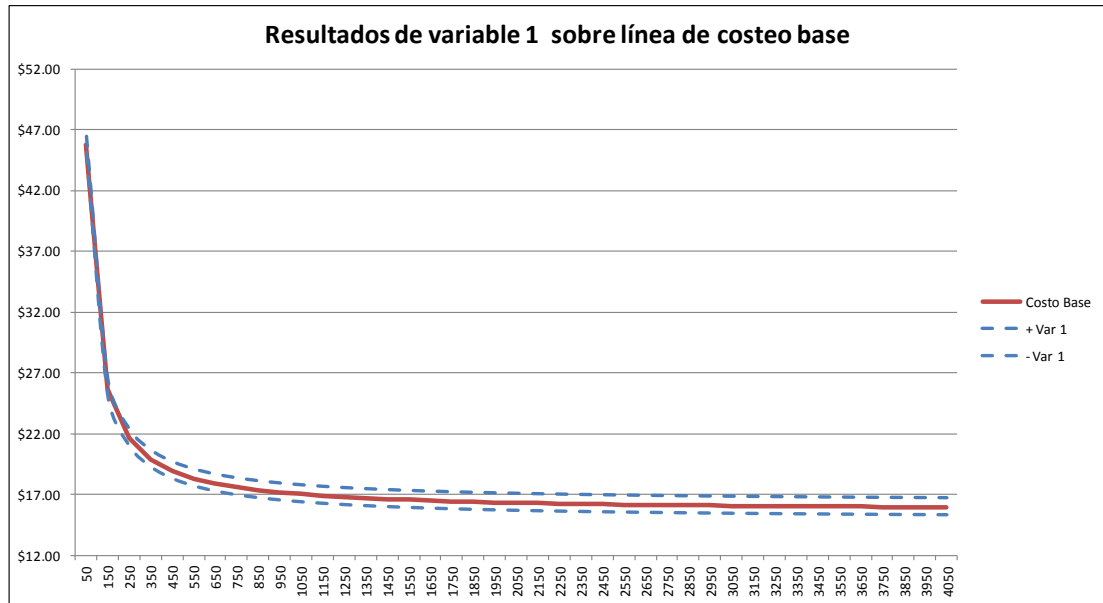
TRACTOCAMION ARTICULADO			
NOMENCLATURA	NUMERO DE EJES	NUMERO DE LLANTAS	CONFIGURACION DEL VEHICULO
T2-S1	3	10	
T2-S2	4	14	
T2-S3	5	18	
T3-S1	4	14	
T3-S2	5	18	
T3-S3	6	22	

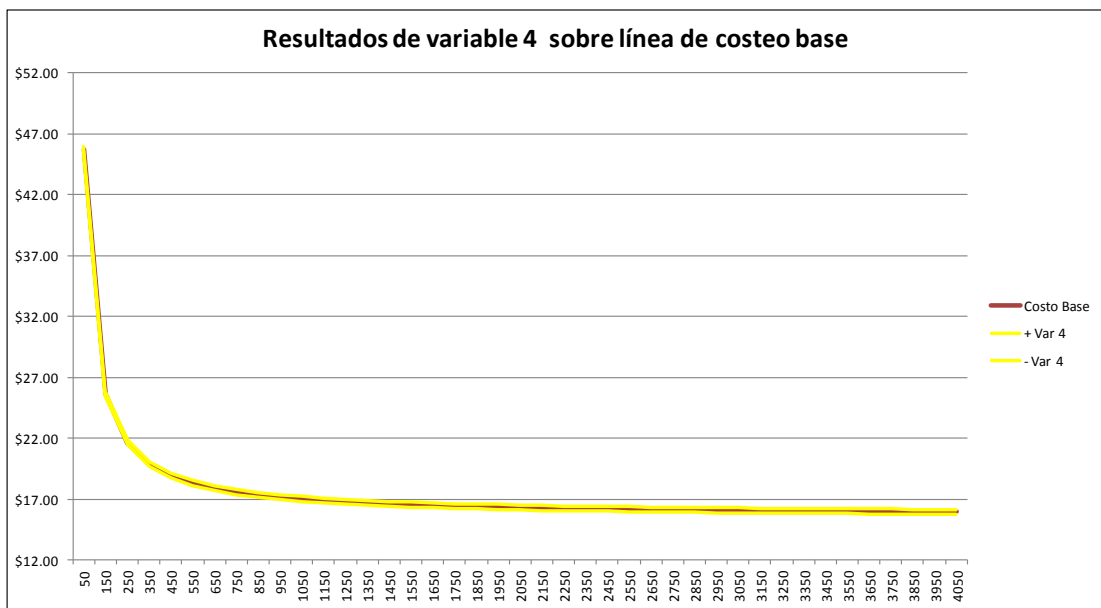
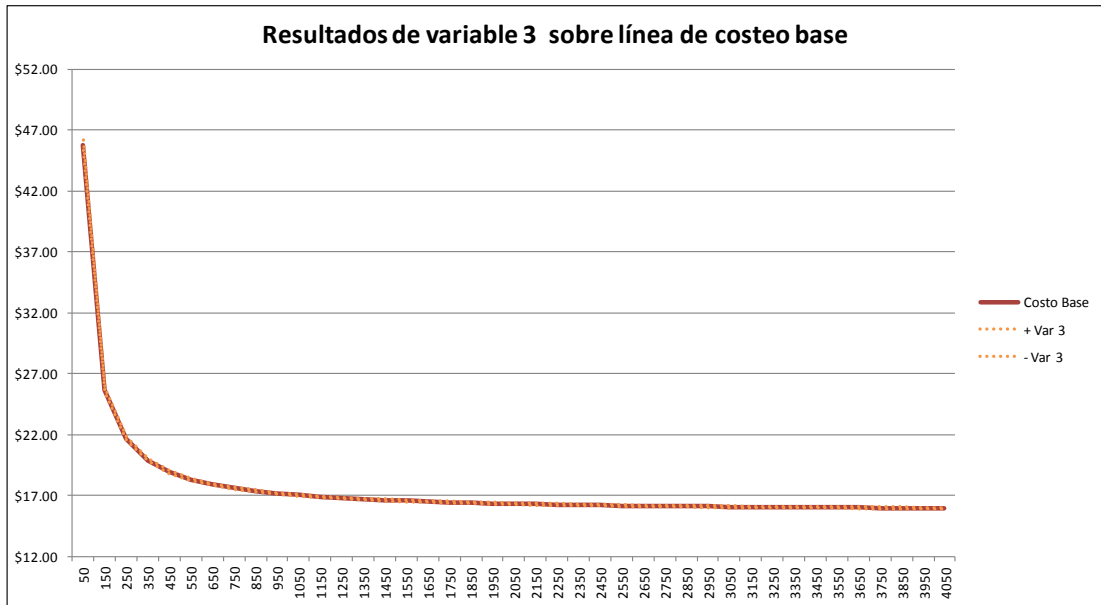
TRACTOCAMION SEMIRREMOLQUE-REMOLQUE (T-S-R)			
NOMENCLATURA	NUMERO DE EJES	NUMERO DE LLANTAS	CONFIGURACION DEL VEHICULO
T2-S1-R2	5	18	
T2-S2-R2	6	22	
T2-S1-R3	6	22	
T3-S1-R2	6	22	
T3-S1-R3	7	26	
T3-S2-R2 ⁽¹⁾	7	26	
T3-S2-R3	8	30	
T3-S2-R4 ⁽¹⁾	9	34	
T2-S2-S2	6	22	
T3-S2-S2	7	26	
T3-S3-S2	8	30	

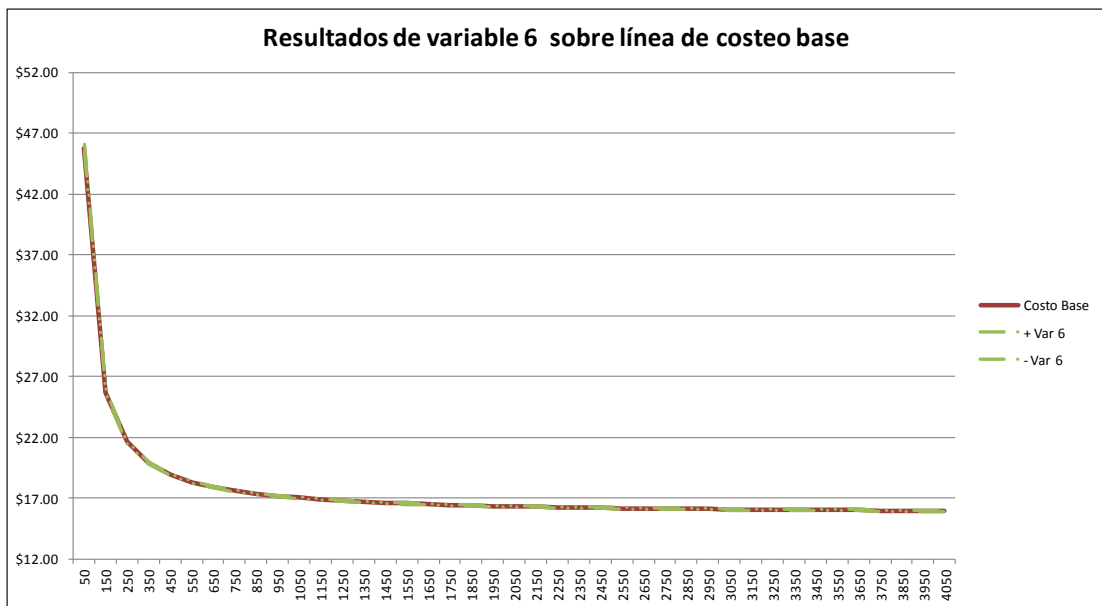
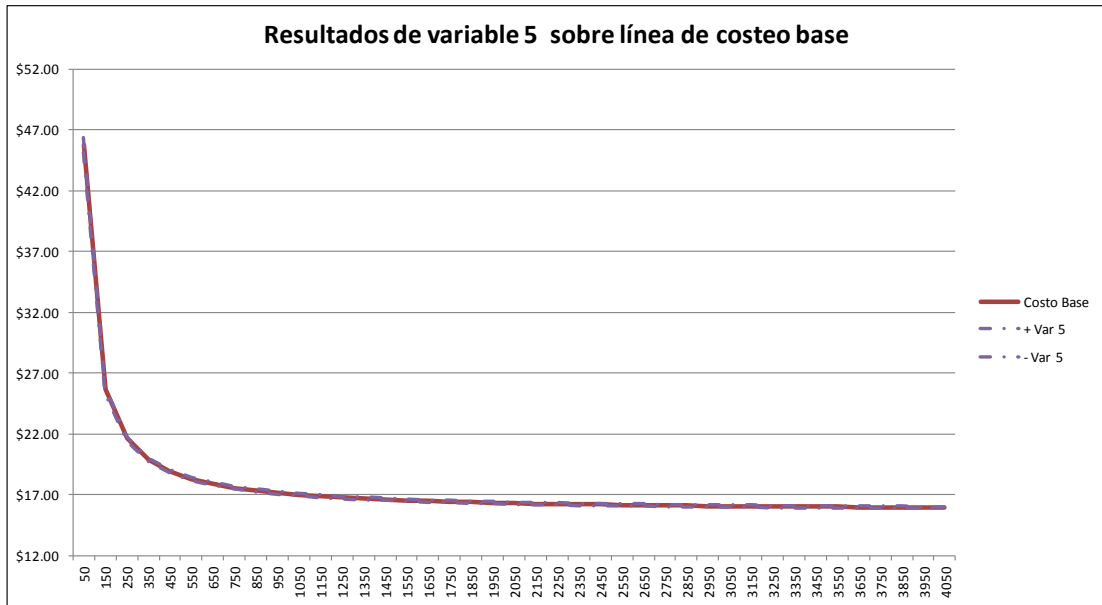
APÉNDICE B- RESULTADO DE SIMULACIONES

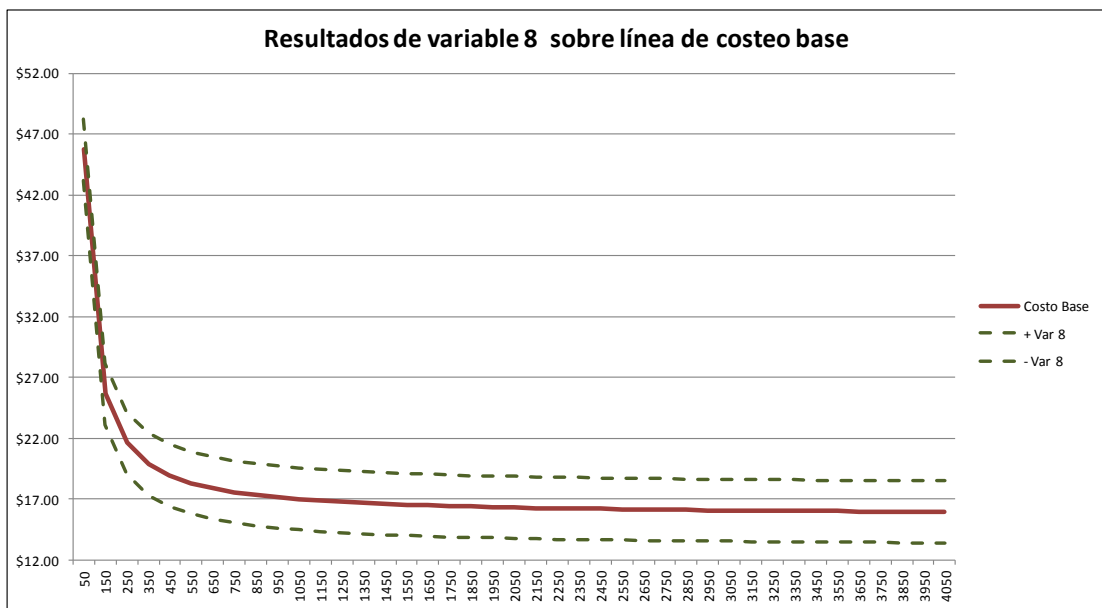
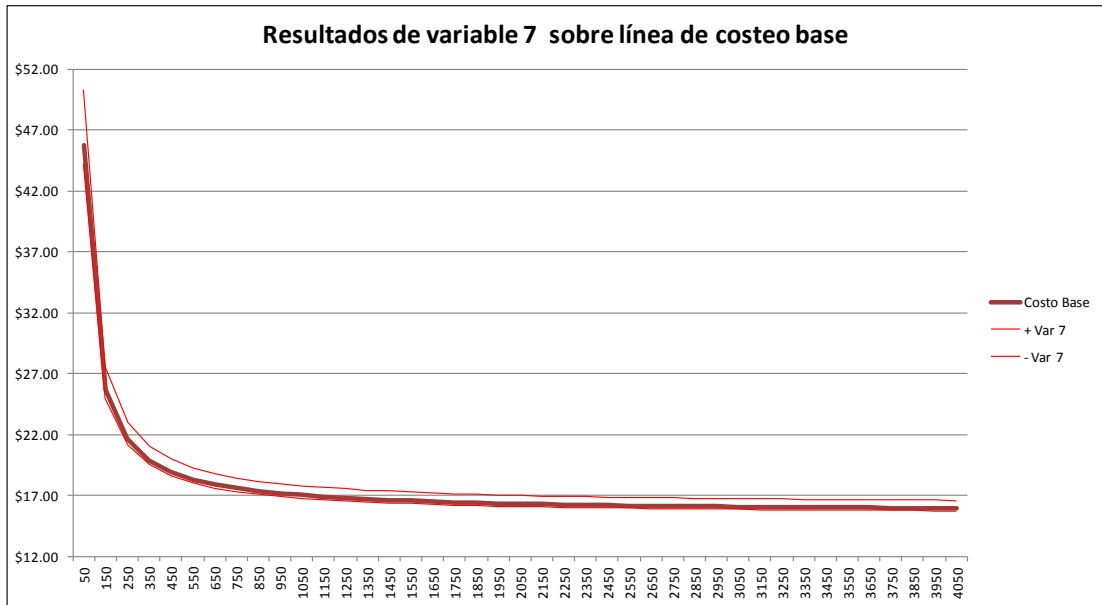
Km	MXP/km															
	Costo Base	+ Var 1	- Var 1	+ Var 2	- Var 2	+ Var 3	- Var 3	+ Var 4	- Var 4	+ Var 5	- Var 5	+ Var 6	- Var 6	+ Var 7	- Var 7	- Var 8
50	\$45.74	\$46.48	\$45.11	\$46.05	\$45.43	\$46.19	\$45.29	\$45.94	\$45.54	\$46.36	\$45.12	\$46.08	\$45.40	\$50.30	\$44.22	\$48.29
150	\$25.63	\$26.36	\$25.00	\$25.94	\$25.32	\$25.82	\$25.44	\$25.83	\$25.43	\$25.89	\$25.37	\$25.77	\$25.48	\$27.54	\$24.99	\$28.18
250	\$21.61	\$22.34	\$20.98	\$21.92	\$21.29	\$21.74	\$21.47	\$21.81	\$21.41	\$21.79	\$21.42	\$21.71	\$21.50	\$22.99	\$21.14	\$24.15
350	\$19.88	\$20.62	\$19.26	\$20.20	\$19.57	\$20.00	\$19.77	\$20.08	\$19.68	\$20.04	\$19.72	\$19.97	\$19.79	\$21.04	\$19.50	\$22.43
450	\$18.92	\$19.66	\$18.30	\$19.24	\$18.61	\$19.03	\$18.82	\$19.12	\$18.72	\$19.06	\$18.78	\$19.00	\$18.85	\$19.96	\$18.58	\$21.47
550	\$18.31	\$19.05	\$17.69	\$18.63	\$18.00	\$18.41	\$18.24	\$18.51	\$18.11	\$18.44	\$18.19	\$18.39	\$18.24	\$19.27	\$18.00	\$20.86
650	\$17.89	\$18.63	\$17.27	\$18.21	\$17.58	\$17.98	\$17.81	\$18.09	\$17.69	\$18.01	\$17.77	\$17.96	\$17.83	\$18.79	\$17.59	\$20.44
750	\$17.58	\$18.32	\$16.96	\$17.90	\$17.27	\$17.67	\$17.50	\$17.78	\$17.38	\$17.70	\$17.47	\$17.65	\$17.52	\$18.44	\$17.30	\$20.13
850	\$17.35	\$18.08	\$16.72	\$17.66	\$17.03	\$17.43	\$17.27	\$17.55	\$17.15	\$17.46	\$17.23	\$17.41	\$17.28	\$18.17	\$17.07	\$19.89
950	\$17.16	\$17.90	\$16.53	\$17.47	\$16.85	\$17.24	\$17.08	\$17.36	\$16.96	\$17.27	\$17.05	\$17.22	\$17.10	\$17.96	\$16.89	\$19.71
1050	\$17.01	\$17.74	\$16.38	\$17.32	\$16.70	\$17.09	\$16.93	\$17.21	\$16.81	\$17.11	\$16.90	\$17.07	\$16.95	\$17.79	\$16.75	\$19.56
1150	\$16.88	\$17.62	\$16.26	\$17.20	\$16.57	\$16.96	\$16.81	\$17.08	\$16.68	\$16.99	\$16.78	\$16.94	\$16.83	\$17.65	\$16.63	\$19.43
1250	\$16.78	\$17.51	\$16.15	\$17.09	\$16.47	\$16.85	\$16.71	\$16.98	\$16.58	\$16.88	\$16.68	\$16.84	\$16.72	\$17.53	\$16.53	\$19.33
1350	\$16.69	\$17.43	\$16.06	\$17.00	\$16.38	\$16.76	\$16.62	\$16.89	\$16.49	\$16.79	\$16.59	\$16.74	\$16.63	\$17.43	\$16.44	\$19.24
1450	\$16.61	\$17.35	\$15.99	\$16.93	\$16.30	\$16.68	\$16.54	\$16.81	\$16.41	\$16.71	\$16.51	\$16.67	\$16.56	\$17.34	\$16.37	\$19.16
1550	\$16.55	\$17.28	\$15.92	\$16.86	\$16.23	\$16.62	\$16.47	\$16.75	\$16.35	\$16.64	\$16.45	\$16.60	\$16.49	\$17.26	\$16.31	\$19.09
1650	\$16.49	\$17.22	\$15.86	\$16.80	\$16.17	\$16.56	\$16.42	\$16.69	\$16.29	\$16.58	\$16.39	\$16.54	\$16.43	\$17.20	\$16.25	\$19.03
1750	\$16.43	\$17.17	\$15.81	\$16.75	\$16.12	\$16.50	\$16.37	\$16.63	\$16.23	\$16.53	\$16.34	\$16.49	\$16.38	\$17.14	\$16.20	\$18.98
1850	\$16.39	\$17.12	\$15.76	\$16.70	\$16.07	\$16.46	\$16.32	\$16.59	\$16.19	\$16.48	\$16.29	\$16.44	\$16.34	\$17.09	\$16.15	\$18.93
1950	\$16.35	\$17.08	\$15.72	\$16.66	\$16.03	\$16.41	\$16.28	\$16.55	\$16.15	\$16.44	\$16.25	\$16.40	\$16.29	\$17.04	\$16.11	\$18.89
2050	\$16.31	\$17.04	\$15.68	\$16.62	\$15.99	\$16.38	\$16.24	\$16.51	\$16.11	\$16.40	\$16.21	\$16.36	\$16.26	\$17.00	\$16.08	\$18.86
2150	\$16.27	\$17.01	\$15.65	\$16.59	\$15.96	\$16.34	\$16.21	\$16.47	\$16.07	\$16.37	\$16.18	\$16.32	\$16.22	\$16.96	\$16.05	\$18.82
2250	\$16.24	\$16.98	\$15.62	\$16.56	\$15.93	\$16.31	\$16.18	\$16.44	\$16.04	\$16.33	\$16.15	\$16.29	\$16.19	\$16.92	\$16.02	\$18.79
2350	\$16.21	\$16.95	\$15.59	\$16.53	\$15.90	\$16.28	\$16.15	\$16.41	\$16.01	\$16.31	\$16.12	\$16.26	\$16.16	\$16.89	\$15.99	\$18.76
2450	\$16.19	\$16.92	\$15.56	\$16.50	\$15.87	\$16.25	\$16.12	\$16.39	\$15.99	\$16.28	\$16.10	\$16.24	\$16.14	\$16.86	\$15.96	\$18.73
2550	\$16.16	\$16.90	\$15.54	\$16.48	\$15.85	\$16.23	\$16.10	\$16.36	\$15.96	\$16.25	\$16.07	\$16.21	\$16.11	\$16.83	\$15.94	\$18.71
2650	\$16.14	\$16.88	\$15.51	\$16.45	\$15.83	\$16.21	\$16.08	\$16.34	\$15.94	\$16.23	\$16.05	\$16.19	\$16.09	\$16.81	\$15.92	\$18.69
2750	\$16.12	\$16.86	\$15.49	\$16.43	\$15.81	\$16.19	\$16.06	\$16.32	\$15.92	\$16.21	\$16.03	\$16.17	\$16.07	\$16.78	\$15.90	\$18.67
2850	\$16.10	\$16.84	\$15.47	\$16.41	\$15.79	\$16.17	\$16.04	\$16.30	\$15.90	\$16.19	\$16.01	\$16.15	\$16.05	\$16.76	\$15.88	\$18.65
2950	\$16.08	\$16.82	\$15.46	\$16.40	\$15.77	\$16.15	\$16.02	\$16.28	\$15.88	\$16.17	\$15.99	\$16.13	\$16.03	\$16.74	\$15.86	\$18.63
3050	\$16.07	\$16.80	\$15.44	\$16.38	\$15.75	\$16.13	\$16.00	\$16.27	\$15.87	\$16.16	\$15.98	\$16.12	\$16.02	\$16.72	\$15.85	\$18.61
3150	\$16.05	\$16.79	\$15.42	\$16.36	\$15.74	\$16.11	\$15.99	\$16.25	\$15.85	\$16.14	\$15.96	\$16.10	\$16.00	\$16.70	\$15.83	\$18.60
3250	\$16.04	\$16.77	\$15.41	\$16.35	\$15.72	\$16.10	\$15.97	\$16.24	\$15.84	\$16.12	\$15.95	\$16.09	\$15.99	\$16.69	\$15.82	\$18.58
3350	\$16.02	\$16.76	\$15.40	\$16.34	\$15.71	\$16.09	\$15.96	\$16.22	\$15.82	\$16.11	\$15.93	\$16.07	\$15.97	\$16.67	\$15.81	\$18.57
3450	\$16.01	\$16.75	\$15.38	\$16.32	\$15.70	\$16.07	\$15.95	\$16.21	\$15.81	\$16.10	\$15.92	\$16.06	\$15.96	\$16.66	\$15.79	\$18.56
3550	\$16.00	\$16.73	\$15.37	\$16.31	\$15.68	\$16.06	\$15.93	\$16.20	\$15.80	\$16.09	\$15.91	\$16.05	\$15.95	\$16.64	\$15.78	\$18.54
3650	\$15.99	\$16.72	\$15.36	\$16.30	\$15.67	\$16.05	\$15.92	\$16.19	\$15.79	\$16.07	\$15.90	\$16.03	\$15.93	\$16.63	\$15.77	\$18.53
3750	\$15.97	\$16.71	\$15.35	\$16.29	\$15.66	\$16.04	\$15.91	\$16.17	\$15.77	\$16.06	\$15.89	\$16.02	\$15.94	\$16.62	\$15.76	\$18.52
3850	\$15.96	\$16.70	\$15.34	\$16.28	\$15.65	\$16.03	\$15.90	\$16.16	\$15.76	\$16.05	\$15.88	\$16.01	\$15.92	\$16.61	\$15.75	\$18.51
3950	\$15.95	\$16.69	\$15.33	\$16.27	\$15.64	\$16.02	\$15.89	\$16.15	\$15.75	\$16.04	\$15.87	\$16.00	\$15.91	\$16.59	\$15.74	\$18.50
4050	\$15.94	\$16.68	\$15.32	\$16.26	\$15.63	\$16.01	\$15.88	\$16.14	\$15.74	\$16.03	\$15.86	\$15.99	\$15.90	\$16.58	\$15.73	\$18.49

APÉNDICE C- GRÁFICAS DE RESULTADOS DE VARIABLES









FICHA AUTOBIOGRÁFICA

Enrique Mastretta López

**CANDIDATO PARA EL GRADO DE MAESTRO EN LOGÍSTICA Y CADENA DE
SUMINISTRO CON ORIENTACIÓN EN DIRECCIÓN Y OPERACIONES
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN**

CON LA TESIS:

**FACTORES DE EFICIENCIA CRÍTICOS PARA TOMA DE DECISIÓN
ENTRE ADQUISICIÓN DE FLOTILLA PROPIA Y TRANSPORTE
SUBCONTRATADO**

Nací el día 24 de octubre de 1981, en la ciudad de Monterrey, Nuevo León, México, de padres José Luis Mastretta Galván y María Dolores López García. Realicé mis estudios de Licenciatura en la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Universidad Autónoma de Nuevo León, obteniendo en el año 2005 el título de Ingeniero Mecánico Administrador con orientación en Diseño Mecánico y Área Comercial. Posteriormente continué mis estudios de Maestría en Logística y Cadena de Suministro, con Orientación en Dirección y Operaciones en la misma facultad. Actualmente me desempeño en el área de proyectos de Abastecimientos y Logística en la empresa Viakable Operaciones.